

علوم الحاسوب

الصف الثاني عشر

للفروع الأكاديمية والمهنية

علوم الحاسوب
الصف الثاني عشر
للفروع الأكاديمية والمهنية
١٤٣٩هـ / ٢٠١٨م


ISBN 978-9957-84-769-2
9 789957 847692







علوم الحاسوب

الصف الثاني عشر

للفروع الأكاديمية والمهنية

النّاشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال ملاحظاتكم وآرائكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:
هاتف: ٤٦١٧٣٠٤/٥٠٨، فاكس: ٤٦٣٧٥٦٩، ص.ب. (١٩٣٠)، الرمز البريدي: ١١١١٨
أو على البريد الإلكتروني: E-mail: Scientific.Division@moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم ٦ / ٢٠١٧ تاريخ ٢٠١٧/١/١٧ بدءًا من العام الدراسي ٢٠١٧ / ٢٠١٨م.

عمان / الأردن – ص . ب (١٩٣٠)

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنيّة
(٢٠١٧/٣/١٥٦٧)
ISBN: 978 – 9957 – 84 – 769 – 2

أشرف على تأليف هذا الكتاب كل من:

د. هايل حسين خفاجة (رئيسًا)   أ. د. أمجد أحمد هديب   د. رحاب مصطفى الدويري

وقام بتأليفه كل من:

حنان حسني أبو راشد   تمارا زياد أبورمان
محمود محمد داوود   أروى يوسف أبو أسعد
هداية حسين الحساسنة   ليلى محمد العطوي

التحرير العلمي: ليلى محمد العطوي

التحرير اللغوي: ميسرة عبدالحليم صويص   التصميم: هاني سلطي مقطش
التحرير الفني: أنس خليل الجرابعة   الرسم: أحمد إبراهيم صبيح

الإنتاج: علي محمد العويدات

دقق الطباعة وراجعها: ليلى محمد العطوي

الطبعة الأولى   **١٤٣٨هـ / ٢٠١٧م**
أعيدت طباعته   **٢٠١٨م**

قائمة المحتويات

الفصل الدراسي الثاني

بسم الله الرحمن الرحيم

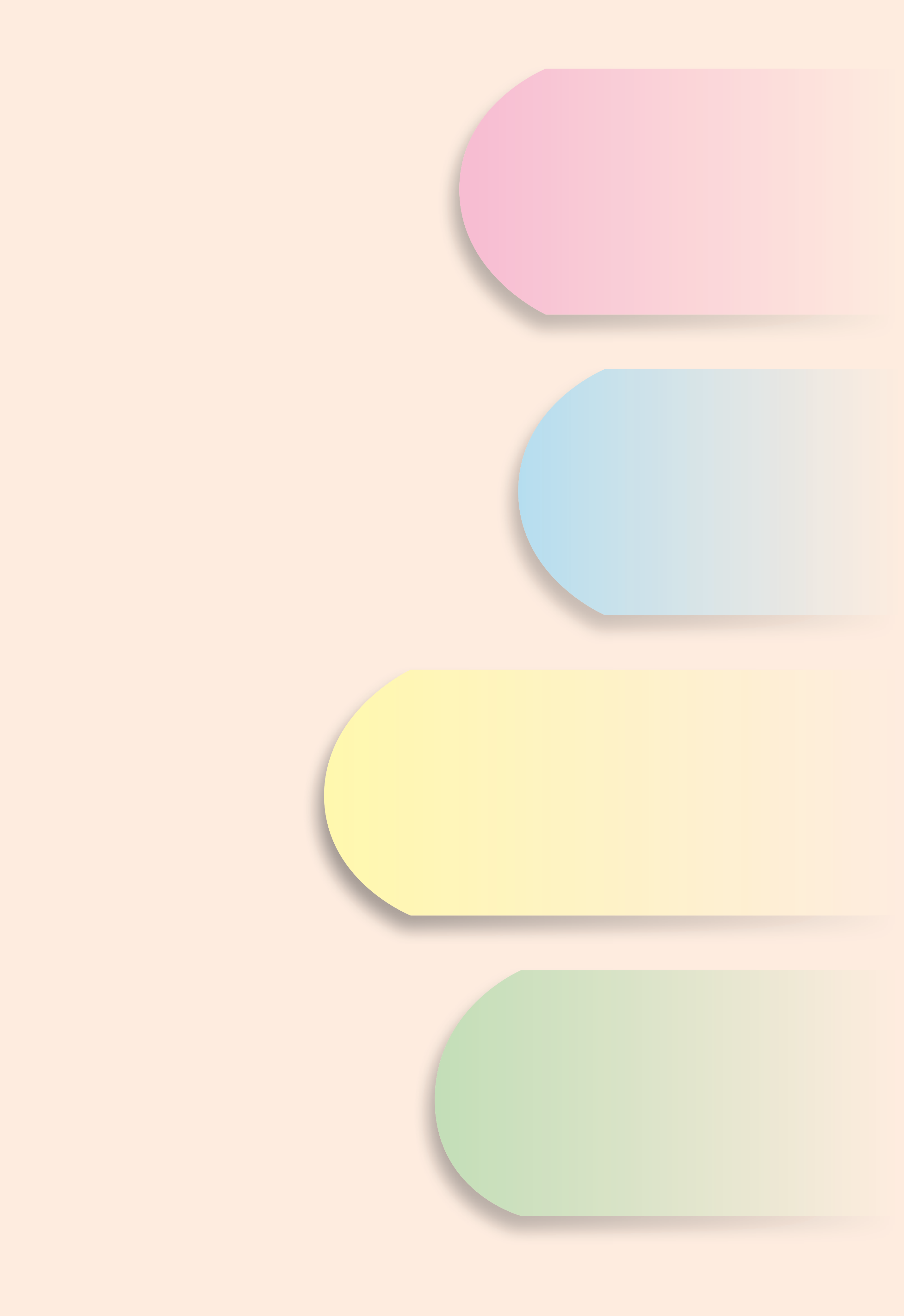
المقدمة

انتشرت علوم الحاسوب انتشارًا واسعًا، وأصبحت جزءًا أساسيًّا من حياتنا في شتى مجالاتها؛ لذا، كان لا بد من تعلم هذه العلوم لمواكبة الحداثة والتطور.

تقتضي فلسفة وزارة التربية والتعليم، التطوير المستمر للمناهج بما يتماشى مع تطورات العصر. وقد كان من الأهمية بمكان، إضافة بعض علوم الحاسوب وتعلّمها؛ فجاء هذا الكتاب الذي يطرح جانبًا من هذه العلوم، استكمالًا لما تعلّمه الطالب في الصف الحادي عشر، بحيث تحتوي الوحدة الأولى (أنظمة العدّ)، على معلومات عن أنظمة العدّ وتطورها، والتحويلات فيما بينها. أما الوحدة الثانية (الذكاء الاصطناعي)، فتحتوي على معلومات مفيدة عن الذكاء الاصطناعي؛ مفهومه وتطوره وبعض تطبيقاته المهمة، مثل الروبوت والأنظمة الخبيرة. وتطرح الوحدة الثالثة (البوابات المنطقية)، مفهوم البوابات المنطقية وأنواعها، وكيفية تمثيلها بالرسم وحساب قيمتها، وكذلك تحتوي على معلومات عن البوابات المشتقة والعبارات الجبرية والعمليات المنطقية. والوحدة الرابعة (أمن المعلومات والتشفير)، تطرح مفهوم أمن المعلومات وأهميته، ومفهوم الهندسة الاجتماعية، وكذلك مفهوم التشفير وبعض طرائق التشفير. ولم نغفل استخدام إستراتيجيات جديدة في طرح المادة العلمية.

علماً بأن عملية تطوير المناهج والكتب المدرسية عملية مستمرة، لذا نرجو زملائنا المعلمين وأولياء الأمور تزويدنا بأية ملاحظات تغني الكتاب وتسهم في تحسينه، بما يلبي حاجات الطلبة وطموحات المجتمع الأردني.

والله تعالى ولي التوفيق



الفصل الدراسي الأول

الوحدة الأولى

1 أنظمة العدّ

Numerical Systems

اهتمت الشعوب بأنظمة العدّ، واستعملت الكثير منها، فالبابليون استخدموا نظام العدّ الستيني، بينما استخدمت شعوب أخرى نظام العدّ الثاني عشر والنظام الروماني.

أما العرب المسلمون، فقد برعوا في هذا المجال، حيث أخذوا عن الهنود فكرة الأعداد وحدّدوا لها أشكالًا، وأضافوا لها الصفر حتى أصبحت الأرقام (9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0) تُسمّى الأرقام العربية، وهي لا تزال تُستخدم في معظم أرجاء العالم حتى يومنا هذا.

وتبرز أهمية أنظمة العدّ؛ لاستعمالها بكثرة في الحوسبة ومعالجة البيانات، وفي القياسات وأنظمة التحكّم والاتصالات والتجارة. وذلك لأنها تمتاز بالدقة؛ لذا، جاءت هذه الوحدة للتركيز على أهم الأنظمة العددية المستخدمة، وهي النظام العشري والنظام الثنائي والنظام الثماني والنظام السادس عشر.



النتاجات

يتوقع من الطالب بعد نهاية هذه الوحدة، أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف نظام العدّ.
- يتعرّف أنواع أنظمة العدّ.
- يُحدّد الأساس والأرقام المستخدمة في كلّ نظام عدّ.
- يُحدّد العلاقة بين النظام الثنائي وتصميم جهاز الحاسوب.
- يُحوّل الأعداد الصحيحة الموجبة، من النظام العشري إلى أنظمة العدّ الأخرى.
- يُحوّل الأعداد الصحيحة الموجبة، من النظام الثنائي إلى أنظمة العدّ المختلفة.
- يُحوّل عددًا صحيحًا مكوّنًا من ثلاث منازل على الأكثر من النظام الثماني، إلى أنظمة العدّ الأخرى.
- يُحوّل عددًا صحيحًا مكوّنًا من ثلاث منازل على الأكثر من النظام السادس عشر، إلى أنظمة العدّ الأخرى.
- يُنفّذ عملية الجمع في النظام الثنائي، على عددين صحيحين موجبين.
- يُنفّذ الطرح الثنائي على عددين صحيحين موجبين.
- يُنفّذ الضرب الثنائي على عددين صحيحين موجبين، مكوّنين من ثلاث منازل على الأكثر.

الفصل الأول

١ مقدمة في أنظمة العدّ

النظام العددي: مجموعة من الرموز، وقد تكون هذه الرموز أرقامًا أو حروفًا، مرتبطة مع بعضها بمجموعة من العلاقات، وفق أسس وقواعد معينة؛ لتشكّل الأعداد ذات المعاني الواضحة والاستخدامات المتعددة.

ويعود الاختلاف في أسماء الأنظمة العددية، إلى اختلاف عدد الرموز المسموح باستخدامها في كل نظام؛ فالنظام الذي يستخدم عشرة رموز يُسمّى (النظام العشري)، والنظام الذي يستخدم رمزين فقط يُسمّى (النظام الثنائي)، وكذلك في النظام الثماني الذي يستخدم ثمانية رموز، والنظام السادس عشر الذي يستخدم ستة عشر رمزًا. ستتعرف في هذا الفصل إلى هذه الأنظمة ورموزها وأساسها، وتكوين الأعداد فيها.

أولاً النظام العشري

النظام العشري أكثر أنظمة العدّ استعمالًا، ويتكوّن من عشرة رموز هي (9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0)، وأساس هذا النظام هو (10)؛ لاحتوائه على عشرة رموز.

تعلّم

- يرمز اسم أي نظام عدّ إلى عدد الرموز المستخدمة لتمثيل الأعداد فيه.
- أساس أي نظام عدّ، يساوي عدد الرموز المستخدمة لتمثيل الأعداد فيه.

وتُمثّل الأعداد في النظام العشري بوساطة قوى الأساس (10)، التي تُسمّى أوزان خانات العدد، ويُحسب وزن الخانة (المنزلة) في أي نظام عددي، حسب المعادلة الآتية:

المعادلة رقم (١):

وزن الخانة (المنزلة) = (أساس نظام العدّ) ^ترتيب الخانة^

والجدول (١–١)، يوضّح ترتيب وأوزان خانات نظام العدّ العشري.

الجدول (١–١): ترتيب وأوزان خانات نظام العدّ العشري.

ترتيب الخانة (المنزلة)	0	1	2	3	...
اسم الخانة	الآحاد	العشرات	المئات	الألوف	...
أوزان الخانات بوساطة قوى الأساس (10)	10^0	10^1	10^2	10^3	...
أوزان الخانات بالأعداد الصحيحة	1	10	100	1000	...

لاحظ

من الجدول (١–١):

١– تُرتّب أرقام العدد، من اليمين إلى اليسار تصاعديًّا من 2,1,0 ،...إلخ

٢– تُطبّق المعادلة رقم (١)، عند احتساب وزن كل خانة من خانات العدد العشري.

ويُعدّ النظام العشري أحد أنظمة العدّ الموضعية، ويُسمّى نظام العدّ موضعيًّا؛ إذا كانت القيمة الحقيقية للرقم تعتمد على الخانة أو المنزلة التي يقع فيها ذلك الرقم داخل العدد، ما يعني أن قيمة الرقم تختلف باختلاف موقعه داخل العدد. ولتحديد قيمة العدد العشري، اتبع القاعدة الآتية:

قاعدة رقم (١):

لحساب قيمة العدد في النظام العشري، جد مجموع حاصل ضرب كل رقم بالوزن المخصص للخانة (المنزلة)، التي يقع فيها ذلك الرقم داخل العدد.

تذكّر

- الرقم (Digit): رمز واحد من الرموز الأساسية (9,8,7,6,5,4,3,2,1,0)، يُستخدم للتعبير عن العدد، الذي يحتل خانة (منزلة) واحدة.
- العدد (Number): المقدار الذي يُمثّل برقم أو رمز واحد أو أكثر، أو منزلة واحدة أو أكثر.

ومن ثمّ، فإن كلّ رقم هو عدد، مثلًا 2,1,0 هي أرقام ويُمكن عدّها أعدادًا، وليس كلّ عدد هو رقم؛ فالعدد اذا تكوّن من أكثر من منزلة مثل 235 فهو عدد وليس رقمًا.

مثال (أ): جد قيمة العدد 212 في النظام العشري.

الحلّ:

أ – اكتب أرقام العدد حسب الخانة (المنزلة)، كالآتي:

ترتيب الخانة (المنزلة)	0	1	2
اسم الخانة	الآحاد	العشرات	المئات
تمثيل العدد	2	1	2
أوزان الخانات بوساطة قوى الأساس (10)	10^0	10^1	10^2

ب – طبّق القاعدة (١)، كالآتي:

$$10^2 \times 2 + 10^1 \times 1 + 10^0 \times 2 =$$

$$100 \times 2 + 10 \times 1 + 1 \times 2 =$$

$$200 + 10 + 2 =$$

إذن: قيمة العدد $= (212)_{10}$

لاحظ

يمكن استخدام الأرقام الهندية في العمليات الحسابية الواردة في الوحدة.

لاحظ

الرقم (2) في أقصى اليمين يساوي اثنين فقط؛ لأنه موجود في خانة الآحاد، أما الرقم (2) في أقصى اليسار فيساوي 200؛ لأنه موجود في خانة المئات، والرقم (1) يساوي 10؛ لأنه في خانة العشرات.

مثال (٢): جد قيمة العدد 2653 في النظام العشري.

الحلّ:

أ – رتّب خانات (منازل) العدد من اليمين إلى اليسار تصاعديًّا ابتداءً من 0, 1, 2...إلخ، كالآتي:

ترتيب الخانة	0	1	2	3
العدد	3	5	6	2

ب– طبّق القاعدة (١)، كالآتي:

$$10^3 \times 2 + 10^2 \times 6 + 10^1 \times 5 + 10^0 \times 3 =$$

$$1000 \times 2 + 100 \times 6 + 10 \times 5 + 1 \times 3 =$$

قيمة الرقم في الخانة $= 2000 + 600 + 50 + 3$

إذن: قيمة العدد النهائية $= (2653)_{10}$

نشاط (١ - ١): تصوّر قيمة الأعداد في النظام العشري.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، تصوّر قيمة كلٍّ من الأعداد الآتية في النظام العشري:

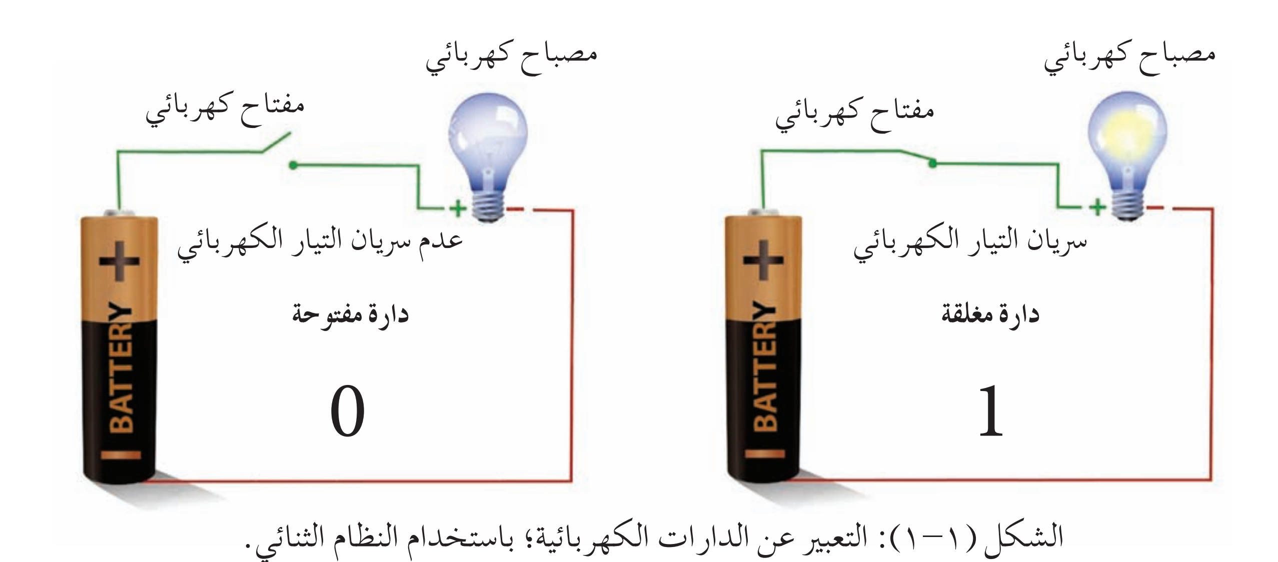
أ – 35

ب– 506

جـ– 879

ثانيًا النظام الثنائي

على الرغم من أنّ النظام العشري هو النظام الأكثر استعمالًا، إلّا أنه لا يُمكن استخدامه داخل الحاسوب، وذلك لأنّ بناء الحاسوب يعتمد على ملايين الدارات الكهربائية، التي تكون إما مفتوحة وإما مغلقة؛ لذا، دعت الحاجة إلى استخدام نظام يُمكنه التعبير عن هذه الحالة، فالنظام الثنائي الذي يتكوّن من رمزين فقط هما (0 , 1)، هو القادر على تمثيل هذه الحالة، فالرمز (0) يُمثّل دارة كهربائية مفتوحة، والرمز (1) يُمثّل دارة كهربائية مغلقة، كما هو موضّح بالشكل (١-١).

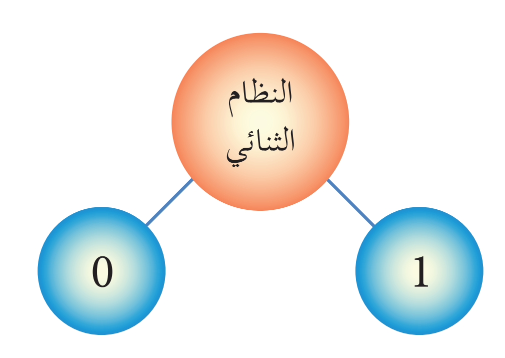


الشكل (١-١): التعبير عن الدارات الكهربائية؛ باستخدام النظام الثنائي.

- **مفهوم النظام الثنائي:**

هو نظام عدّ مستخدم في الحاسوب، أساسه 2، ويتكوّن من رمزين فقط هما 0 ، 1.

ويُسمّى كلّ من هذين الرمزين رقمًا ثنائيًّا (Binary Digit) واختصاره Bit، ويتم تمثيل أي من الرمزين الثنائيين 0 ، 1 باستخدام خانة واحدة فقط؛ لذا، أصبح من المتعارف عليه إطلاق اسم بت (Bit) على الخانة (المنزلة) التي يحتلها الرمز داخل العدد



الثنائي.

والعدد المكتوب في النظام الثنائي، يتكوّن من سلسلة من الرموز الثنائية (0) و(1)، مع إضافة أساس النظام الثنائي (2) بشكل مصغّر في آخر العدد من جهة اليمين، كما هو موضّح في الأمثلة الآتية:

$$(111)_2 , (11011)_2 , (010010)_2 , (11001)_2 , (1011)_2 , (0)_2$$

تعلّم

لبيان نوع النظام المستخدم عند التعبير عن عدد معيّن، يُضاف أساس النظام بشكل مصغّر في آخر العدد، وفي حالة عدم وجود أي رمز في آخر العدد من اليمين، يدل ذلك على أن العدد ممثّل بالنظام العشري.

وبشكل مشابه للنظام العشري، فإن النظام الثنائي يُعدّ أحد الأنظمة الموضعية، والجدول (١-٢) يُبيّن ترتيب وأوزان خانات نظام العدّ الثنائي.

الجدول (١-٢): ترتيب وأوزان خانات نظام العدّ الثنائي.

ترتيب الخانة (المنزلة)	0	1	2	3	4	...
أوزان الخانات بوساطة قوى الأساس (2)	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	...
أوزان الخانات بالأعداد الصحيحة	1	2	4	8	16	...

ولتوضيح العلاقة بين النظام الثنائي والنظام العشري؛ انظر الجدول (١–٣)، الذي يُبيّن رموز النظام العشري، وما يكافئها في النظام الثنائي.

الجدول (١–٣): رموز النظام العشري والمكافئ لها في النظام الثنائي.

الرمز في النظام العشري	المكافئ له في النظام الثنائي
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

وسيتم توضيح عمليات التحويل بين النظامين العشري والثنائي، في الفصل الثاني من هذه الوحدة.

ثالثًا النظام الثماني والنظام السادس عشر

يُستخدم النظام الثنائي داخل الحاسوب؛ لتخزين البيانات وعنونة مواقع الذاكرة، وهذا يتطلب قراءة سلاسل طويلة من الأرقام الثنائية (1,0) وكتابتها؛ لذا، كان لا بدّ من استخدام أنظمة أخرى كالنظامين الثماني والسادس عشر؛ لتُسهّل على المبرمجين استخدام الحاسوب، وهنا تبرز أهمية النظامين الثماني والسادس عشر. فما المقصود بهذين النظامين؟ وما رموزهما؟

١ – النظام الثماني Octal System

أحد أنظمة العدّ الموضعية وأساسه (8)، ويتكوّن من ثمانية رموز هي (7,6,5,4,3,2,1,0). وتُستخدم هذه الرموز لكتابة الأعداد في النظام الثماني، كما هو موضّح في الأمثلة الآتية:

$(645)_8, (101)_8, (432)_8, (6)_8$

والجدول (١–٤)، يُبيّن ترتيب وأوزان خانات نظام العدّ الثماني.

الجدول (١–٤): ترتيب وأوزان خانات نظام العدّ الثماني.

ترتيب الخانة (المنزلة)	0	1	2	...
أوزان الخانات بوساطة قوى الأساس (8)	8^0	8^1	8^2	...
أوزان الخانات بالأعداد الصحيحة	1	8	64	...

ولبيان العلاقة بين النظامين الثماني والعشري؛ انظر الجدول (١–٥)، الذي يُبيّن رموز النظام العشري وما يكافئها في النظام الثماني.

الجدول (١–٥): رموز النظام العشري وما يكافئها في النظام الثماني.

الرمز في النظام العشري	المكافئ له في النظام الثماني
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7

٢ – النظام السادس عشر Hexadecimal System

أحد أنظمة العدّ الموضعية وأساسه (16)، ويتكوّن من ستة عشر رمزًا، هي: (F, E, D, C, B, A, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0).

وتُستخدم هذه الرموز؛ لكتابة الأعداد في النظام السادس عشر، كما هو موضّح في الأمثلة الآتية:

$(A10)_{16}, (F7B)_{16}, (9BC)_{16}, (654)_{16}, (FD9)_{16}$

والجدول (١–٦) يُمثّل ترتيب وأوزان خانات نظام العدّ السادس عشر.

الجدول (١-٦): ترتيب وأوزان خانات نظام العدّ السادس عشر.

ترتيب الخانة (المنزلة)	0	1	2	...
أوزان الخانات بوساطة قوى الأساس (16)	16^0	16^1	16^2	...
أوزان الخانات بالأعداد الصحيحة	1	16	256	...

ولتوضيح العلاقة بين النظام السادس عشر والنظام العشري؛ انظر الجدول (١-٧)، الذي يُبيّن رموز النظام العشري وما يكافئها في النظام السادس عشر.

الجدول (١-٧): رموز النظام العشري، وما يكافئها في النظام السادس عشر.

الرمز في النظام العشري	المكافئ له في النظام السادس عشر
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	A
11	B
12	C
13	D
14	E
15	F

أسئلة الفصل

١ – قارن بين الأنظمة العددية من حيث: أساس كلّ نظام، والرموز المستخدمة فيه؛ وذلك بتعبئة الجدول الآتي:

اسم النظام	أساس النظام	الرموز المستخدمة في النظام
النظام العشري		
النظام الثنائي		
النظام الثماني		
النظام السادس عشر		

٢ – وضّح المقصود بكلٍّ ممّا يأتي:

أ – النظام العددي.

ب– النظام العشري.

جـ– النظام الثنائي.

د – النظام الثماني

هـ – النظام السادس عشر.

٣ – علّل كلًّا ممّا يأتي:

أ – يُعدّ النظام الثنائي أكثر أنظمة العدّ ملائمة للاستعمال داخل الحاسوب.

ب– يُعدّ النظام العشري أحد أنظمة العدّ الموضعية.

٤ – أعطِ مثالين على أعداد تنتمي لكلٍّ من أنظمة العدّ الآتية:

النظام الثنائي	١)	
	٢)	
النظام الثماني	١)	
	٢)	
النظام السادس عشر	١)	
	٢)	

٥ – اكتب العدد المكافئ في النظام العشري، لكلِّ رمز من رموز النظام السادس عشر الآتية:

الرمز في النظام السادس عشر	**المكافئ له في النظام العشري**
A	
B	
C	
D	
E	
F	

٦ – حدّد إلى أي نظام عدّ ينتمي كلّ من الأعداد الآتية، علمًا بأن العدد الواحد يمكن أن ينتمي إلى أكثر من نظام عدّ؟

أ – 11

ب– 1A

جـ– 81

د – 520

الفصل الثاني

٢ التحويلات العددية

تعرّفت في الفصل السابق أنظمة العدّ الثنائي والثماني والعشري والسادس عشر، التي صُمّمت للتعامل مع الحاسوب، وستتعرّف في هذا الفصل عمليات تحويل الأعداد بين هذه الأنظمة.

أولًا التحويل من أنظمة العدّ المختلفة إلى النظام العشري

يتم التحويل من أي نظام عدّ إلى النظام العشري؛ باتباع الخطوات الآتية:

أ – رتّب خانات (منازل) العدد مبتدئًا من اليمين إلى اليسار تصاعديًّا من 2,1,0 ...إلخ.

ب– طبّق القاعدة رقم (١)، مستخدمًا أساس النظام المطلوب التحويل منه.

١ – التحويل من النظام الثنائي إلى النظام العشري

مثال (١): حوّل العدد $(10111)_2$ إلى النظام العشري.

الحلّ:

أ – رتّب خانات العدد، كالآتي:

ترتيب الخانة	0	1	2	3	4
العدد	1	1	1	0	1

ب – طبّق القاعدة (١)، مستخدمًا أساس النظام الثنائي (2)، كالآتي:

$$2^4\times1 + 2^3\times0 + 2^2\times1 + 2^1\times1 + 2^0\times1 = (10111)_2$$

$$16\times1 + 8\times0 + 4\times1 + 2\times1 + 1\times1 =$$

$$16 + 0 + 4 + 2 + 1 =$$

$$(23)_{10} = (10111)_2$$

مثال (٢): جد قيمة العدد $(110110)_2$ في النظام العشري.

الحلّ:

أ – رتّب خانات العدد، كالآتي:

العدد	ترتيب الخانة
0	0
1	1
1	2
0	3
1	4
1	5

ب – طبّق القاعدة (١)، مستخدمًا أساس النظام الثنائي (2)، كالآتي:

$$2^5\times1 + 2^4\times1 + 2^3\times0 + 2^2\times1 + 2^1\times1 + 2^0\times0 = (110110)_2$$

$$32\times1 + 16\times1 + 8\times0 + 4\times1 + 2\times1 + 1\times0 =$$

$$32 + 16 + 0 + 4 + 2 + 0 =$$

$$(54)_{10} = (110110)_2$$

نشاط (١ - ٢): تحويل الأعداد من النظام الثنائي إلى النظام العشري.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، حوّل الأعداد الآتية إلى النظام العشري:

أ – $(11000)_2$

ب – $(111110)_2$

٢– التحويل من النظام الثماني إلى النظام العشري.

مثال (١): جد مكافئ العدد $(43)_8$ في النظام العشري.

الحلّ:

أ – رتّب خانات العدد، كالآتي:

العدد	ترتيب الخانة
3	0
4	1

ب – طبّق القاعدة (١)، مستخدمًا أساس النظام الثماني (8)، كالآتي:

$$8^1\times4 + 8^0\times3 = (43)_8$$

$$8\times4 + 1\times3 =$$

$$32 + 3 =$$

$$(35)_{10} = (43)_8$$

مثال (٢): حوّل العدد $(320)_8$ إلى النظام العشري.

الحلّ:

أ – رتّب خانات العدد، كالآتي:

ترتيب الخانة	0	1	2
العدد	0	2	3

ب – طبّق القاعدة (١)، مستخدمًا أساس النظام الثماني (8)، كالآتي:

$$8^2 \times 3 + 8^1 \times 2 + 8^0 \times 0 = (320)_8$$
$$64 \times 3 + 8 \times 2 + 1 \times 0 =$$
$$192 + 16 + 0 =$$
$$(208)_{10} = (320)_8$$

نشاط (١ - ٣): تحويل الأعداد من النظام الثماني إلى النظام العشري.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد المكافئ العشري لكلٍّ من الأعداد الآتية.

أ – $(654)_8$

ب– $(421)_8$

٣ – التحويل من النظام السادس عشر إلى النظام العشري.

مثال (١): جد المكافئ العشري للعدد $(BA)_{16}$.

الحلّ:

أ – رتّب خانات العدد، كالآتي:

ترتيب الخانة	0	1
العدد	A	B

ب – طبّق القاعدة (١)، مستخدمًا أساس النظام السادس عشر (16)، كالآتي:

$$16^1 \times B + 16^0 \times A = (BA)_{16}$$
$$16 \times 11 + 1 \times 10 =$$
$$176 + 10 =$$
$$(186)_{10} = (BA)_{16}$$

مثال (٢): حوّل العدد $(10A)_{16}$ إلى النظام العشري.

الحلّ:

أ – رتّب خانات العدد، كالآتي:

ترتيب الخانة	0	1	2
العدد	A	0	1

ب – طبّق القاعدة (١)، مستخدمًا أساس النظام السادس عشر (16)، كالآتي:

$$(10A)_{16} = 16^0 \times A + 16^1 \times 0 + 16^2 \times 1$$

$$= 1 \times 10 + 16 \times 0 + 256 \times 1$$

$$= 10 + 0 + 256$$

$$(10A)_{16} = (266)_{10}$$

نشاط (١ - ٤): تحويل الأعداد من النظام السادس عشر إلى النظام العشري.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد المكافئ العشري لكلٍّ من الأعداد الآتية:

أ – $(99)_{16}$

ب– $(F7B)_{16}$



ثانيًا التحويل من النظام العشري إلى أنظمة العدّ المختلفة

يتم التحويل من النظام العشري إلى أي نظام عدّ آخر؛ باتباع القاعدة الآتية:

قاعدة رقم (٢):

١ – اقسم العدد العشري على أساس النظام المطلوب التحويل إليه قسمة صحيحة؛ لتحصل على ناتج القسمة والباقي.

٢ – إذا كان ناتج القسمة الصحيحة يساوي (صفر) فتوقف، ويكون الباقي الأول هو العدد الناتج، وإذا كان الناتج غير ذلك، استمر للخطوة رقم (٣).

٣ – استمر بقسمة الناتج من العملية السابقة على أساس النظام المطلوب التحويل إليه قسمة صحيحة، حتى يُصبح ناتج القسمة (صفر)، واحتفظ بباقي القسمة في كل خطوة.

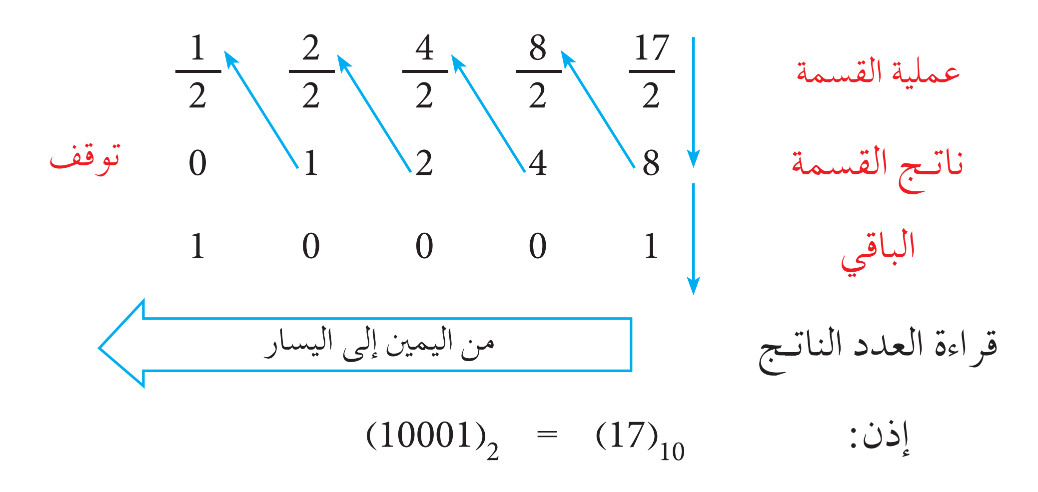
٤ – العدد الناتج يتكوّن من أرقام بواقي القسمة الصحيحة مرتبة من اليمين إلى اليسار.

١ – التحويل من النظام العشري إلى النظام الثنائي

مثال (١): **جد قيمة العدد $(17)_{10}$ في النظام الثنائي.**

الحلّ:

طبّق القاعدة (٢)، كالآتي:



إذن: $(17)_{10} = (10001)_2$

مثال (٢): جد قيمة العدد $(36)_{10}$ في النظام الثنائي.

الحلّ:

طبّق القاعدة (٢)، كالآتي:

عملية القسمة	$\frac{36}{2}$	$\frac{18}{2}$	$\frac{9}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{2}$
ناتـج القسمة	18	9	4	2	1	0 توقف
الباقي	0	0	1	0	0	1

قراءة العدد الناتـج: من اليمين إلى اليسار

إذن: $(36)_{10} = (100100)_2$

نشاط (١ - ٥): تحويل الأعداد من النظام العشري إلى النظام الثنائي.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، حوّل الأعداد الآتية إلى النظام الثنائي.

أ - $(94)_{10}$

ب- $(137)_{10}$

٢ - التحويل من النظام العشري إلى النظام الثماني

مثال (١): جد مكافئ العدد $(89)_{10}$ في النظام الثماني.

الحلّ:

طبّق القاعدة (٢)، كالآتي:

عملية القسمة	$\frac{89}{8}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{1}{8}$
ناتـج القسمة	11	1	0 توقف
الباقي	1	3	1

قراءة العدد الناتـج: من اليمين إلى اليسار

إذن: $(89)_{10} = (131)_8$

مثال (٢): حوّل العدد $(222)_{10}$ إلى النظام الثماني.

الحلّ:

طبّق القاعدة (٢)، كالآتي:

عملية القسمة	$\frac{222}{8}$	$\frac{27}{8}$	$\frac{3}{8}$	
ناتـج القسمة	27	3	0	توقف
الباقي	6	3	3	

قراءة العدد الناتـج ← من اليمين إلى اليسار

إذن: $(222)_{10} = (336)_8$

نشاط (١ - ٦): تحويل الأعداد من النظام العشري إلى النظام الثماني.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد المكافئ الثماني لكلٍّ من الأعداد الآتية:

أ – $(72)_{10}$

ب– $(431)_{10}$

٣ – التحويل من النظام العشري إلى النظام السادس عشر

مثال (١): جد مكافئ العدد $(79)_{10}$ في النظام السادس عشر.

الحلّ:

طبّق القاعدة (٢)، كالآتي:

عملية القسمة	$\frac{79}{16}$	$\frac{4}{16}$	
ناتـج القسمة	4	0	توقف
الباقي	15	4	

وحيث إن 15 يُمثّلها الرمز F

قراءة العدد الناتـج ← من اليمين إلى اليسار

إذن: $(79)_{10} = (4F)_{16}$

مثال (٢): جد قيمة العدد $(210)_{10}$ في النظام السادس عشر.

الحلّ:

طبّق القاعدة (٢)، كالآتي:

عملية القسمة	$\frac{210}{16}$	$\frac{13}{16}$	
ناتـج القسمة	13	0	توقف
الباقي	2	13	

وحيث إن 13 يُمثّلها الرمز D

قراءة العدد الناتـج ← من اليمين إلى اليسار

إذن: $(210)_{10} = (D2)_{16}$

نشاط (١ - ٧): تحويل الأعداد من النظام العشري إلى النظام السادس عشر.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد قيمة كلٍّ من الأعداد الآتية في النظام السادس عشر:

أ - $(453)_{10}$

ب- $(287)_{10}$



التحويل بين الأنظمة الثنائي والثماني والسادس عشر

يتم تحويل العدد من النظامين الثماني والسادس عشر إلى النظام الثنائي، وذلك بتحويل العدد إلى النظام العشري، ثم تحويله إلى النظام الثنائي، كما هو موضّح في المثال الآتي:

مثال (١): **جد قيمة العدد $(67)_8$ في النظام الثنائي.**

الحلّ:

١ – حوّل العدد $(67)_8$ إلى النظام العشري، باتباع الخطوات الآتية:

أ – رتّب خانات العدد، كالآتي:

ترتيب الخانة	0	1
العـــدد	7	6

ب – طبّق القاعدة (١)، مستخدمًا أساس النظام الثماني (8)، كالآتي:

$$(67)_8 = 8^0 \times 7 + 8^1 \times 6$$
$$= 1 \times 7 + 8 \times 6$$
$$= 7 + 48$$
$$(67)_8 = (55)_{10}$$

٢ – حوّل العدد $(55)_{10}$ إلى النظام الثنائي، كالآتي.

عملية القسمة	$\frac{55}{2}$	$\frac{27}{2}$	$\frac{13}{2}$	$\frac{6}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{2}$	
ناتـج القسمة	27	13	6	3	1	0	توقف
الباقي	1	1	1	0	1	1	

إذن: $(55)_{10} = (110111)_2$

إذن: ناتـج تحويل العدد $(67)_8$ إلى النظام الثنائي هو $(110111)_2$

لاحظت من المثال السابق، أنّ هذه الطريقة طويلة لإجراء عملية التحويل بين الأنظمة الثماني والسادس عشر والثنائي، ولكن يوجد ارتباط وثيق بين هذه الأنظمة، فأساس النظام الثماني هو (8) ويساوي ($8 = 2^3$)، وأساس النظام السادس عشر (16) ويساوي ($16 = 2^4$)، أي أنهما من مضاعفات أساس النظام الثنائي؛ لذا، فإنه يُمكن التحويل من هذه الأنظمة إلى النظام الثنائي وبالعكس، من دون المرور بالنظام العشري، وفي ما يأتي توضيح ذلك.

١ – تحويل العدد بين النظام الثنائي والنظام الثماني.

يتم التحويل بين النظامين الثنائي والثماني باتباع القاعدة الآتية:

قاعدة رقم (٣):

١ – لتحويل العدد من النظام الثنائي إلى النظام الثماني، نفّذ الآتي:

أ – قسّم العدد الثنائي إلى مجموعات، بحيث تتكوّن كلّ مجموعة من ثلاثة أرقام بدءًا من يمين العدد.

ب– إذا كانت المجموعة الأخيرة غير مكتملة، أضف إليها أصفارًا في نهايتها؛ كي تصبح مكوّنة من ثلاثة أرقام.

جـ– استبدل كل مجموعة بما يُكافئها في النظام الثماني.

٢ – لتحويل العدد من النظام الثماني إلى النظام الثنائي، قُم بما يأتي:

- **استبدل كل رقم من أرقام النظام الثماني بما يكافئه في النظام الثنائي، والمكوّن من ثلاثة أرقام.**

تعلّم

يُمكنك الاستعانة بالجدول (١–٨)، للتحويل بين النظامين الثنائي والثماني.

الجدول (١-٨): رموز النظام الثماني، وما يكافئها في النظام الثنائي.

الرمز في النظام الثماني	المكافئ له في النظام الثنائي
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

أ - التحويل من النظام الثنائي إلى النظام الثماني

مثال (١): **حوّل العدد** $(10101110)_2$ **إلى النظام الثماني.**

الحلّ:

طبّق القاعدة رقم (**٣**) فرع (١)، كالآتي:

أ - قسّم العدد ابتداءً من جهة اليمين إلى مجموعات، كل مجموعة تتكوّن من ثلاثة أرقام كما يأتي:

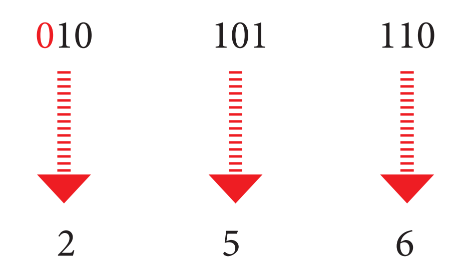
10 101 110

ب- أكمل المجموعة الأخيرة التي تحتوي على رقمين، بإضافة أصفار إليها:

010 101 110

جـ- استبدل كلّ مجموعة بالرقم المكافئ لها في النظام الثماني:

010 101 110



2 5 6

إذن: $(10101110)_2 = (256)_8$

مثال (٢): جد قيمة العدد $(1011101)_2$ في النظام الثماني.

الحلّ:

طبّق القاعدة رقم **(٣)** فرع (١)، كالآتي:

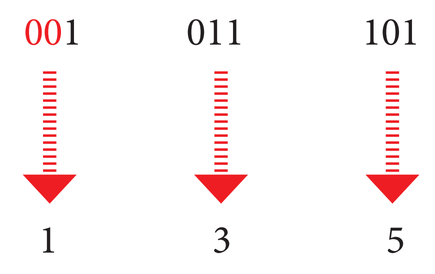
أ – قسّم العدد ابتداءً من جهة اليمين إلى مجموعات، كل مجموعة تتكوّن من ثلاثة أرقام كما يأتي:

1 011 101

ب– أكمل المجموعة الأخيرة، التي تحتوي على رقم واحد، بإضافة أصفار إليها:

001 011 101

جـ– استبدل كلّ مجموعة بالرقم المكافئ لها في النظام الثماني:



إذن: $(1011101)_2 = (135)_8$

نشاط (١ - ٨): تحويل الأعداد من النظام الثنائي إلى النظام الثماني.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد قيمة كلٍّ من الأعداد الآتية في النظام الثماني:

أ – $(11110101)_2$

ب– $(101011111)_2$

ب – التحويل من النظام الثماني إلى النظام الثنائي

مثال (١): **حوّل العدد** $(67)_8$ **إلى النظام الثنائي.**

الحلّ:

طبّق القاعدة رقم **(٣)** فرع (٢)، كالآتي:



إذن: $(67)_8 = (110111)_2$

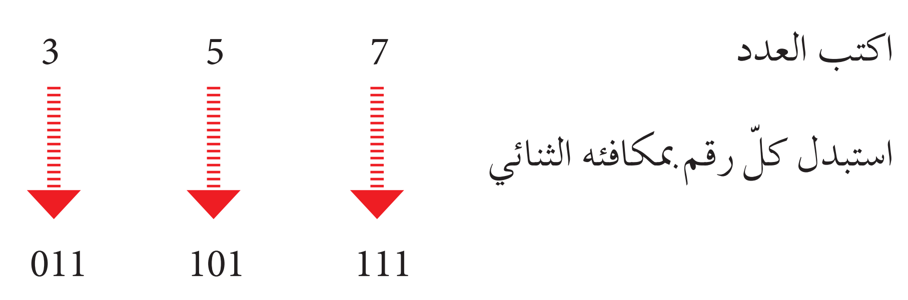
لاحظ

النتيجة في المثال السابق، هي نفسها في المثال رقم (١)، الموجود في مقدمة الدرس.

مثال (٢): **حوّل العدد** $(357)_8$ **إلى مكافئه الثنائي.**

الحلّ:

طبّق القاعدة رقم **(٣)** فرع (٢)، كالآتي:

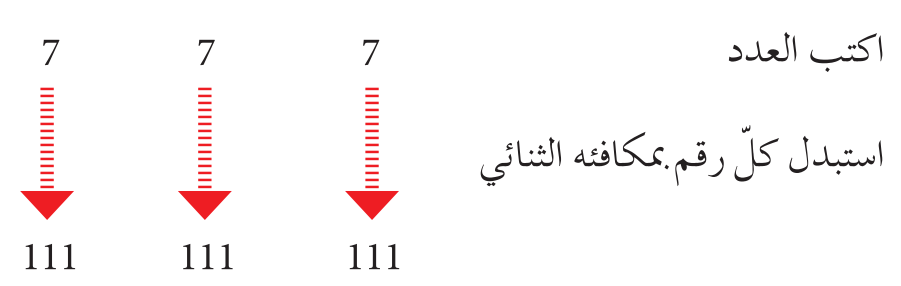


إذن: $(357)_8 = (11101111)_2$

مثال (٣): جد قيمة العدد $(777)_8$ في النظام الثنائي.

الحلّ:

طبّق القاعدة رقم (٣) فرع (٢)، كالآتي:



إذن: $(777)_8 = (111111111)_2$

نشاط (١ - ٩): تحويل الأعداد من النظام الثماني إلى النظام الثنائي.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد قيمة كلٍّ من الأعداد الآتية في النظام الثنائي:

أ - $(165)_8$

ب- $(654)_8$

٢ - تحويل العدد بين النظام الثنائي والنظام السادس عشر.

يتم التحويل بين النظامين الثنائي والسادس عشر؛ باتباع القاعدة الآتية:

قاعدة رقم (٤):

١ - لتحويل العدد من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشر، نفّذ الآتي:

أ - قسّم العدد الثنائي إلى مجموعات، بحيث تتكوّن كلّ مجموعة من أربعة أرقام بدءًا من يمين العدد.

ب- إذا كانت المجموعة الأخيرة غير مكتملة، أضف إليها أصفارًا في نهايتها حتى تصبح مكوّنة من أربعة أرقام.

جـ- استبدل كل مجموعة بما يُكافئها في النظام السادس عشر.

٢ - لتحويل العدد من النظام السادس عشر إلى النظام الثنائي، نفّذ الآتي:

- **استبدل كل رمز من رموز النظام السادس عشر، بما يكافئه في النظام الثنائي والمكوّن من أربعة أرقام.**

تعلّم

يُمكنك الاستعانة بالجدول (١-٩)، للتحويل بين النظامين الثنائي والسادس عشر.

الجدول (١-٩): رموز النظام السادس عشر، وما يكافئها في النظام الثنائي.

الرمز في النظام السادس عشر	المكافئ له في النظام الثنائي
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

أ – التحويل من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشر

مثال (١): **حوّل العدد** $(101001011)_2$ **إلى مكافئه السادس عشر.**

الحلّ:

طبّق القاعدة رقم (٤) فرع (١)، كالآتي:

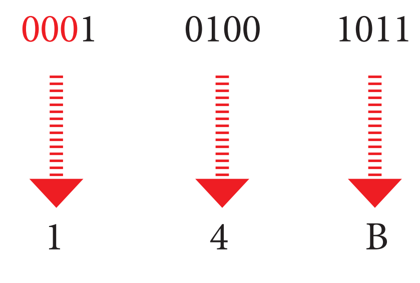
أ – قسّم العدد ابتداءً من جهة اليمين إلى مجموعات، كلّ مجموعة تتكوّن من أربعة أرقام كما يأتي:

1 0100 1011

ب– أكمل المجموعة الأخيرة التي تحتوي على رقم واحد، بإضافة أصفار إليها:

0001 0100 1011

جـ– استبدل كلّ مجموعة بالرقم المكافئ لها في النظام السادس عشر:



إذن: $(101001011)_2 = (14B)_{16}$

مثال (٢): **جد قيمة العدد** $(1010111110)_2$ **في النظام السادس عشر.**

الحلّ:

طبّق القاعدة رقم (٤) فرع (١)، كالآتي:

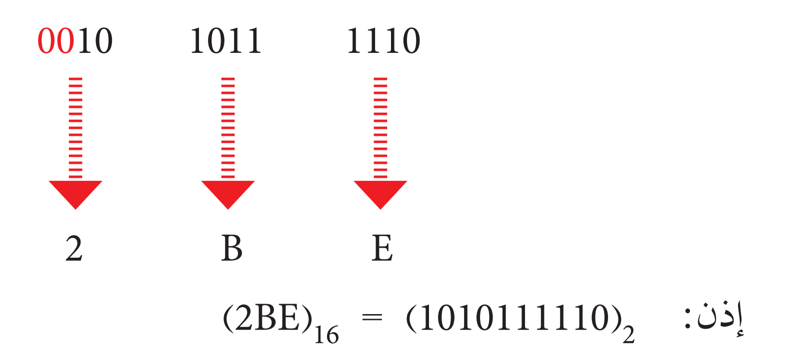
أ – قسّم العدد ابتداءً من جهة اليمين إلى مجموعات، كلّ مجموعة تتكوّن من أربعة أرقام كما يأتي:

10 1011 1110

ب– أكمل المجموعة الأخيرة التي تحتوي على رقمين، بإضافة أصفار إليها:

0010 1011 1110

جـ- استبدل كلّ مجموعة بالرمز المكافئ لها في النظام السادس عشر:



إذن: $(1010111110)_2 = (2BE)_{16}$

نشاط (١ - ١٠): تحويل الأعداد من النظام الثنائي إلى النظام السادس عشر.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد الـمُكافئ السادس عشر لكلٍّ من الأعداد الآتية:

أ - $(110011011111)_2$

ب- $(11110111010)_2$

نشاط (١ - ١١): تحويل العدد من النظام الثنائي إلى النظام الثماني والسادس عشر والعشري.

لديك العدد $(101101101)_2$، بالتعاون مع أفراد مجموعتك، نفّذ الآتي:

أ - حوّل العدد السابق إلى النظام الثماني، ثم إلى النظام العشري.

ب- حوّل العدد السابق إلى النظام السادس عشر، ثم إلى النظام العشري.

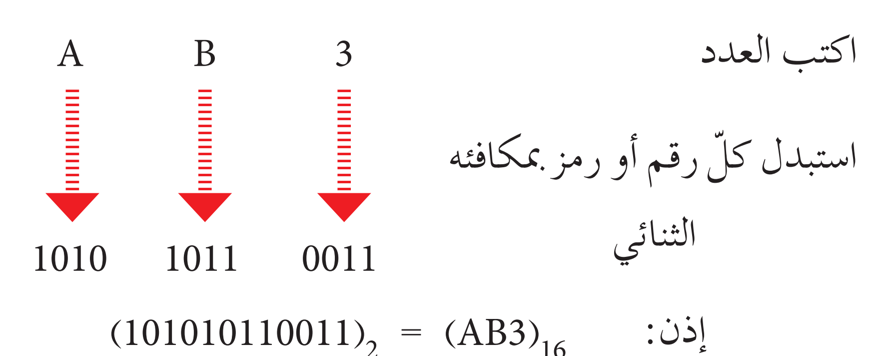
ماذا تلاحظ؟

ب- التحويل من النظام السادس عشر إلى النظام الثنائي

مثال (١): **حوّل العدد $(AB3)_{16}$ إلى مكافئه الثنائي.**

الحلّ:

طبّق القاعدة رقم (٤) فرع (٢)، كالآتي:

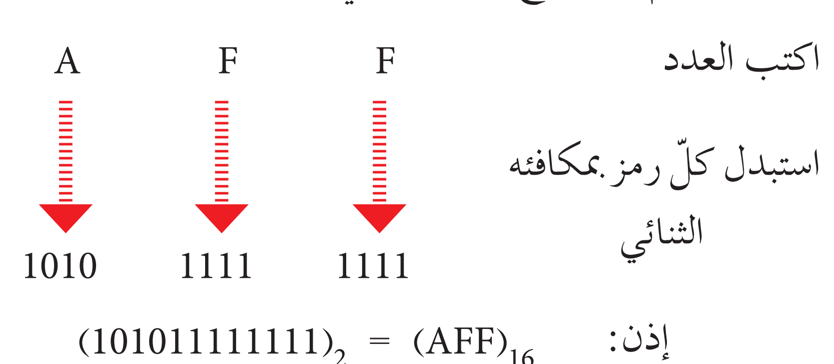


إذن: $(AB3)_{16} = (101010110011)_2$

مثال (٢): **جد مكافئ العدد $(AFF)_{16}$ في النظام الثنائي.**

الحلّ:

طبّق القاعدة رقم (٤) فرع (٢)، كالآتي:



إذن: $(AFF)_{16} = (101011111111)_2$

نشاط (١ - ١٢): تحويل الأعداد من النظام السادس عشر إلى النظام الثنائي.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد قيمة كلٍّ من الأعداد الآتية في النظام الثنائي:

أ - $(8CA)_{16}$

ب- $(EF3)_{16}$

أسئلة الفصل

١ – جد مكافئ كلٍّ من الأعداد الآتية في النظام العشري:

أ – $(1011)_2$ ب– $(102)_8$ جـ– $(1A9)_{16}$

د – $(111010)_2$ هـ– $(777)_8$ و – $(101)_{16}$

ز – $(10000)_2$ ح– $(276)_8$ ط – $(ABC)_{16}$

٢ – جد قيمة كلٍّ من الأعداد الآتية في النظام الثنائي:

أ – $(83)_{10}$ ⟵ $(\qquad)_2$

ب– $(496)_{10}$ ⟵ $(\qquad)_2$

جـ– $(780)_{10}$ ⟵ $(\qquad)_2$

٣ – حوّل كلًّا من الأعداد الآتية إلى النظام الثماني:

أ – $(1)_{10}$ ⟵ $(\qquad)_8$

ب– $(123)_{10}$ ⟵ $(\qquad)_8$

جـ– $(519)_{10}$ ⟵ $(\qquad)_8$

٤ – جد المكافئ السادس عشر لكلٍّ من الأعداد الآتية:

أ – $(98)_{10}$ ⟵ $(\qquad)_{16}$

ب– $(567)_{10}$ ⟵ $(\qquad)_{16}$

جـ– $(213)_{10}$ ⟵ $(\qquad)_{16}$

٥ – حوّل كلًّا من الأعداد الآتية إلى النظام الثماني:

أ – $(111011110)_2$ ⟵ $(\quad\quad)_8$

ب– $(100001000)_2$ ⟵ $(\quad\quad)_8$

جـ– $(101010111001)_2$ ⟵ $(\quad\quad)_8$

٦ – جد قيمة الأعداد الثنائية الآتية في النظام السادس عشر:

أ – $(10001101)_2$ ⟵ $(\quad\quad)_{16}$

ب– $(110101)_2$ ⟵ $(\quad\quad)_{16}$

جـ– $(101111000010)_2$ ⟵ $(\quad\quad)_{16}$

٧ – أكمل الجدول الآتي:

العدد	المكافئ الثنائي
$(31)_8$	$(\quad\quad)_2$
$(765)_8$	$(\quad\quad)_2$
$(420)_8$	$(\quad\quad)_2$
$(E51)_{16}$	$(\quad\quad)_2$
$(B4D)_{16}$	$(\quad\quad)_2$
$(7AF)_{16}$	$(\quad\quad)_2$

الفصل الثالث

٣ العمليات الحسابية في النظام الثنائي

تبيّن لك في الفصلين السابقين، مفهوم النظام الثنائي ورموزه وأساسه، وعمليات تحويل الأعداد فيه إلى أنظمة العدّ المختلفة، وستتعرف في هذا الفصل كيفية تنفيذ العمليات الحسابية في هذا النظام؛ كعمليات الجمع والطرح والضرب.

أولًا العمليات الحسابية في النظام الثنائي

تُنفّذ العمليات الحسابية في النظام الثنائي بشكل مشابه لتنفيذها في النظام العشري، إلّا أنّ تنفيذها في هذا النظام يكون أسهل؛ وذلك لأن النظام الثنائي يتكوّن من رقمين فقط هما (1،0)، وأساسه (2).

١ – عملية الجمع:

تُنفّذ عملية الجمع في النظام الثنائي، باتباع القواعد الآتية:

$0 + 0 = 0$

$0 + 1 = 1$

$1 + 0 = 1$

$1 + 1 = 10$ (تُقرأ اثنين)، حيث يوضع الرقم (0)، ويُحمل الرقم (1)، إلى الخانة التالية.

أي أن $1 + 1 = 0$ ويُحمل الرقم (1) إلى الخانة التالية.

لاحظ

تُنفّذ عملية الجمع في هذا المنهاج، على الأعداد الثنائية الصحيحة الموجبة فقط.

مثال (١): **جد ناتج الجمع للعددين** $(011)_2$ و $(111)_2$.

الحلّ:

طبّق قواعد الجمع، كالآتي:

النظام الثنائي		التحقق من الحلّ في النظام العشري
1 1 1	الرقم المحمول	
0 1 1	العدد الأول	3
+ 1 1 1	العدد الثاني	+ 7
1 0 1 0	النتيجة	10

لاحظ

تُنفّذ عملية الجمع والطرح والضرب على النظام الثنائي، ابتداءً من جهة اليمين إلى اليسار.

تعلّم

١ – قبل البدء بتنفيذ عمليتي الجمع والطرح للأعداد في النظام الثنائي، تأكّد من أن عدد المنازل للعددين متساوية، واذا لم تكن كذلك أضف أصفارًا إلى يسار العدد ذي المنازل الأقل حتى يتساوى عدد منازل العددين.

٢ – يُمكنك التأكّد من الحلّ في أي عملية حسابية على النظام الثنائي، وذلك بتحويل الأعداد إلى النظام العشري وإجراء العملية الحسابية، ثم مقارنة النتائج.

٣ – إذا كانت (1+1+1)؛ فإنّ الناتج يكون (1)، والرقم المحمول يكون (1).

٤ – إذا كانت (1+1+1+1)؛ فإنّ الناتج يكون (0)، والرقم المحمول يكون (10).

مثال (٢): جد قيمة Z في المعادلة الآتية:

$$Z = (110101)_2 + (1011)_2$$

الحلّ:

أ – لاحظ أن عدد منازل العدد الأول هو (6)، وعدد منازل العدد الثاني هو (4)؛ لذا، نضيف إلى العدد الثاني (00) على يساره، فيصبح العدد $(001011)_2$.

ب– ابدأ بتطبيق عملية الجمع باستخدام قواعد الجمع، كالآتي.

النظام الثنائي		التحقق من الحلّ في النظام العشري
1 1 1 1 1 1	الرقم المحمول	
1 1 0 1 0 1	العدد الأول	53
+ 0 0 1 0 1 1	العدد الثاني	+ 11
1 0 0 0 0 0 0	النتيجة	64

$$Z = (1000000)_2$$

مثال (٣): اجمع العددين $(1111111)_2$ و $(1110010)_2$

الحلّ:

طبّق قواعد الجمع، كالآتي:

النظام الثنائي		التحقق من الحلّ في النظام العشري
1 1 1 1 1 1	الرقم المحمول	1
1 1 1 0 0 1 0	العدد الأول	114
+ 1 1 1 1 1 1 1	العدد الثاني	+ 127
1 1 1 1 0 0 0 1	النتيجة	241

نشاط (١ - ١٣): تنفيذ عملية الجمع في النظام الثنائي.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد ناتج الجمع في كلٍّ مما يأتي؛ بعد تحويلها إلى النظام الثنائي:

أ - $(1111)_2 + (1110)_2$

ب- $(28)_{10} + (13)_{10}$

٢ – عملية الطرح (إذا كان المطروح أقل من المطروح منه):

تُنفّذ عملية الطرح في النظام الثنائي، باتباع القواعد الآتية (من اليمين إلى اليسار):

$0 = 1 - 1$

$1 = 0 - 1$

$1 = 1 - 0$ (نستلف 1 من الخانة التالية)

$0 = 0 - 0$

لاحظ

١ – تُنفّذ عملية الطرح في هذا المنهاج، على عددين ثنائيين صحيحين موجبين فقط.

٢ – يكون العدد المطروح أقل من العدد المطروح منه.

٣ – الطريقة المعتمدة في الحلّ، هي الطريقة الموضحة في المنهاج فقط، وأي طريقة أخرى، سواء أكانت (المتمّمة الأولى 1'S أم المتمّمة الثانية 2'S فإنها غير معتمدة).

تعلّم

أ – اذا كانت الخانة الأولى هي (0) والثانية هي (1)؛ فإننا نستلف من الخانة التالية القيمة (1)، أما إذا كانت الخانة التالية هي (0)؛ فإننا نستلف من الخانة التي تليها وهكذا... (بشكل مشابه لعملية الاستلاف في النظام العشري).

ب– عند الاستلاف من الخانة التالية تصبح الخانة الأولى قيمتها $(10)_2$، ويُمكن إجراء عملية الطرح عليها كما في النظام العشري بحيث $(2 - 1 = 1)$، وذلك لأن $(10)_2$ تُكافئ العدد (2) في النظام العشري.

مثال (١): **جد ناتج طرح العدد** $(010)_2$**، من العدد** $(111)_2$.

الحلّ:

طبّق قواعد الطرح، كالآتي:

النظام الثنائي		التحقق من الحلّ في النظام العشري
	المستلف	
1 1 1	العدد الأول	7
− 0 1 0	العدد الثاني	− 2
1 0 1	النتيجة	5

مثال (٢): **جد قيمة X في المعادلة الآتية:**

$$X = (1010)_2 - (0011)_2$$

الحلّ:

طبّق قواعد الطرح، كالآتي:

النظام الثنائي		التحقق من الحلّ في النظام العشري
1 10		
0 ~~1~~0 ~~0~~ 10	المستلف	
~~1~~ ~~0~~ ~~1~~ ~~0~~	العدد الأول	10
− 0 0 1 1	العدد الثاني	− 3
0 1 1 1	النتيجة	7

$$X = (0111)_2$$

مثال (٣): جد ناتج ما يأتي:

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0 \\ -\ \ 1\ 1\ 0\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}$$

الحلّ:

أ – لاحظ أنّ عدد منازل العدد الأول هو (6)، وعدد منازل العدد الثاني هو (5)؛ لذا، نضيف إلى العدد الثاني (0) على يساره؛ فيصبح العدد $(011001)_2$.

ب– طبّق قواعد الطرح، كالآتي.

النظام الثنائي		التحقق من الحلّ في النظام العشري
10		
0 ~~0~~ 10 0 10	المستلف	4 10
~~1~~ ~~1~~ ~~0~~ 0 ~~1~~ ~~0~~	العدد الأول	~~5~~ ~~0~~
0 1 1 0 0 1 –	العدد الثاني	2 5 –
0 1 1 0 0 1	النتيجة	2 5

نشاط (١ - ١٤): تنفيذ عملية الطرح في النظام الثنائي.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، وباستخدام الطرح الثنائي، نفّذ كلًّا ممّا يأتي:

أ – اطرح $(111)_2$ من $(1011)_2$

ب– اطرح $(30)_{10}$ من $(64)_{10}$

٣ – عملية الضرب:

تُنفّذ عملية الضرب في النظام الثنائي، باتباع القواعد الآتية:

$0 \times 0 = 0$

$1 \times 0 = 0$

$1 \times 1 = 1$

$0 \times 1 = 0$

لاحظ

تُنفّذ عملية الضرب في هذا المنهاج، على أساس أنّ العددين المضروبين يتكوّنان بحدّ أقصى من ثلاثة أرقام (خانات أو منازل).

مثال (١): جد ناتج الضرب للعددين $(101)_2$، $(10)_2$.

الحلّ:

طبّق قواعد الضرب، كالآتي:

العدد الأول	1 0 1
العدد الثاني	× 1 0
	0 0 0
	+ 1 0 1
النتيجة	1 0 1 0

للتأكّد من صحة الحلّ: حوّل كلًّا من العدد الأول والثاني والنتيجة إلى النظام العشري، كالآتي:

النظام الثنائي		النظام العشري
$(101)_2$	العدد الأول	$(5)_{10}$
× $(10)_2$	العدد الثاني	× $(2)_{10}$
$(1010)_2$	النتيجة	$(10)_{10}$

مثال (٢): جد حاصل الضرب في ما يأتي:

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1 \\ \times\ 1\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}$$

الحلّ:

بتطبيق قواعد الضرب، يكون:

العدد الأول: 1 1 1

العدد الثاني: × 1 0 1

$$\begin{array}{rrrrrr} 1 & 1 & 1 & & & \\ & & & 1 & 1 & 1 \\ & & 0 & 0 & 0 & \ + \\ & 1 & 1 & 1 & & \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array}$$

النتيجة: 1 0 0 0 1 1

للتأكّد من صحة الحلّ: حوّل كلًّا من العددين الأول والثاني والنتيجة إلى النظام العشري، كالآتي:

النظام الثنائي		النظام العشري
$(111)_2$	العدد الأول	$(7)_{10}$
× $(101)_2$	العدد الثاني	× $(5)_{10}$
$(100011)_2$	النتيجة	$(35)_{10}$

نشاط (١ - ١٥): **تنفيذ عملية الضرب في النظام الثنائي.**

بالتعاون مع أفراد مجموعتك؛ وباستخدام الضرب الثنائي، نفّذ كلًّا ممّا يأتي:

أ - $(7)_{10} \times (6)_{10}$

ب- $(100)_2 \times (101)_2$

أسئلة الفصل

١ – جد ناتـج الجمع بالنظام الثنائي في كلٍّ مـمّا يأتي:

أ)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;1\;0 \\ +\quad 1\;1\;0\;1 \\ \hline \end{array}$$

ب)
$$\begin{array}{r} 1\;0\;1\;0\;0\;1 \\ +\quad 1\;1\;0\;0\;1 \\ \hline \end{array}$$

جـ)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;1\;1\;1\;0 \\ +\quad 1\;0\;1\;1 \\ \hline \end{array}$$

د)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;1\;1\;1\;1 \\ +\quad 1\;0\;1\;1\;0\;1 \\ \hline \end{array}$$

٢ – جد ناتـج الطرح بالنظام الثنائي في كلٍّ مـمّا يأتي:

أ)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;1\;1\;0 \\ -\quad 1\;0\;1\;1\;1 \\ \hline \end{array}$$

ب)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;0\;1\;0 \\ -\quad 1\;0\;1 \\ \hline \end{array}$$

جـ)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;1\;1\;1 \\ -\quad 1\;0\;1\;0\;1 \\ \hline \end{array}$$

د)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;0\;1\;1 \\ -\quad 1\;1\;1\;1 \\ \hline \end{array}$$

٣ – باستخدام الضرب بالنظام الثنائي، جد ناتـج كلٍّ مـمّا يأتي:

أ)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;1 \\ \times\quad 1\;1 \\ \hline \end{array}$$

ب)
$$\begin{array}{r} 1\;0\;0 \\ \times\quad 1\;1\;0 \\ \hline \end{array}$$

جـ)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;1 \\ \times\quad 1\;1\;1 \\ \hline \end{array}$$

د)
$$\begin{array}{r} 1\;1\;0 \\ \times\quad 1\;1\;0 \\ \hline \end{array}$$

أسئلة الوحدة

١ – أكمل الفراغ في كلٍّ مما يأتي:

أ – يعود الاختلاف في أسماء الأنظمة العددية إلى ....

ب– نظام العدّ الأكثر استخدامًا هو ....

جـ– أساس النظام العشري هو .... والثنائي هو .... والثماني هو .... والسادس عشر هو ....

د – وزن المنزلة في أي نظام عددي يساوي ....

هـ – تُمثّل الأعداد في النظام العشري بوساطة..................

و – يتكوّن العدد المكتوب في النظام الثنائي من..................

ز – في حالة عدم وجود أي رمز في آخر العدد من اليمين، فإن ذلك يدلّ على أن العدد ممثل بالنظام ....

ح – استُخدم النظامان الثماني والسادس عشر لتسهّل..................

ط – رموز النظام الثماني هي: ....

ي – نظام العدّ المستخدم في الحاسوب هو ....

٢ – قُم بعمليات التحويل المناسبة، لكلٍّ من الأعداد الآتية:

النظام الثنائي	النظام الثماني	النظام العشري
$(11111)_2$		
	$(44)_8$	
		$(61)_{10}$

٣ – حدّد أي العبارات الآتية صحيحة وأيها خاطئة:

أ – $(23)_8 \quad < \quad (13)_{10}$

ب– $(251)_{10} \quad \leq \quad (FE)_{16}$

جـ– $(271)_{10} \quad = \quad (1110101)_2$

تقويم ذاتي

بناء على ما درسته في هذه الوحدة، قيّم نفسك ذاتيًا؛ باختيار تقديرك المناسب في المهارات المذكورة في الجدول الآتي:

الرقم	المهارة	ممتاز	جيد	ضعيف
١	أُعرّف نظام العدّ.			
٢	أُعدّد أنواع أنظمة العدّ.			
٣	أُحدّد الأساس والأرقام المستخدمة في كل نظام عدّ.			
٤	أُوضّح العلاقة بين النظام الثنائي وتصميم جهاز الحاسوب.			
٥	أُحوّل الأعداد الصحيحة الموجبة من النظام العشري، إلى أنظمة العدّ الأخرى.			
٦	أُحوّل الأعداد الصحيحة من النظام الثنائي، إلى أنظمة العدّ المختلفة.			
٧	أُحوّل عددًا صحيحًا من النظام الثُماني مكوّنًا من ثلاث منازل على الأكثر، إلى أنظمة العدّ الأخرى.			
٨	أُحوّل عددًا صحيحًا من النظام السادس عشر مكوّنًا من ثلاث منازل على الأكثر، إلى أنظمة العدّ الأخرى.			
٩	أُنفّذ عملية الجمع في النظام الثنائي على عددين صحيحين موجبين.			
١٠	أُنفّذ الطرح الثنائي على عددين صحيحين موجبين.			
١١	أُنفّذ الضرب الثنائي على عددين صحيحين موجبين، مكوّنين من ثلاث منازل على الأكثر.			

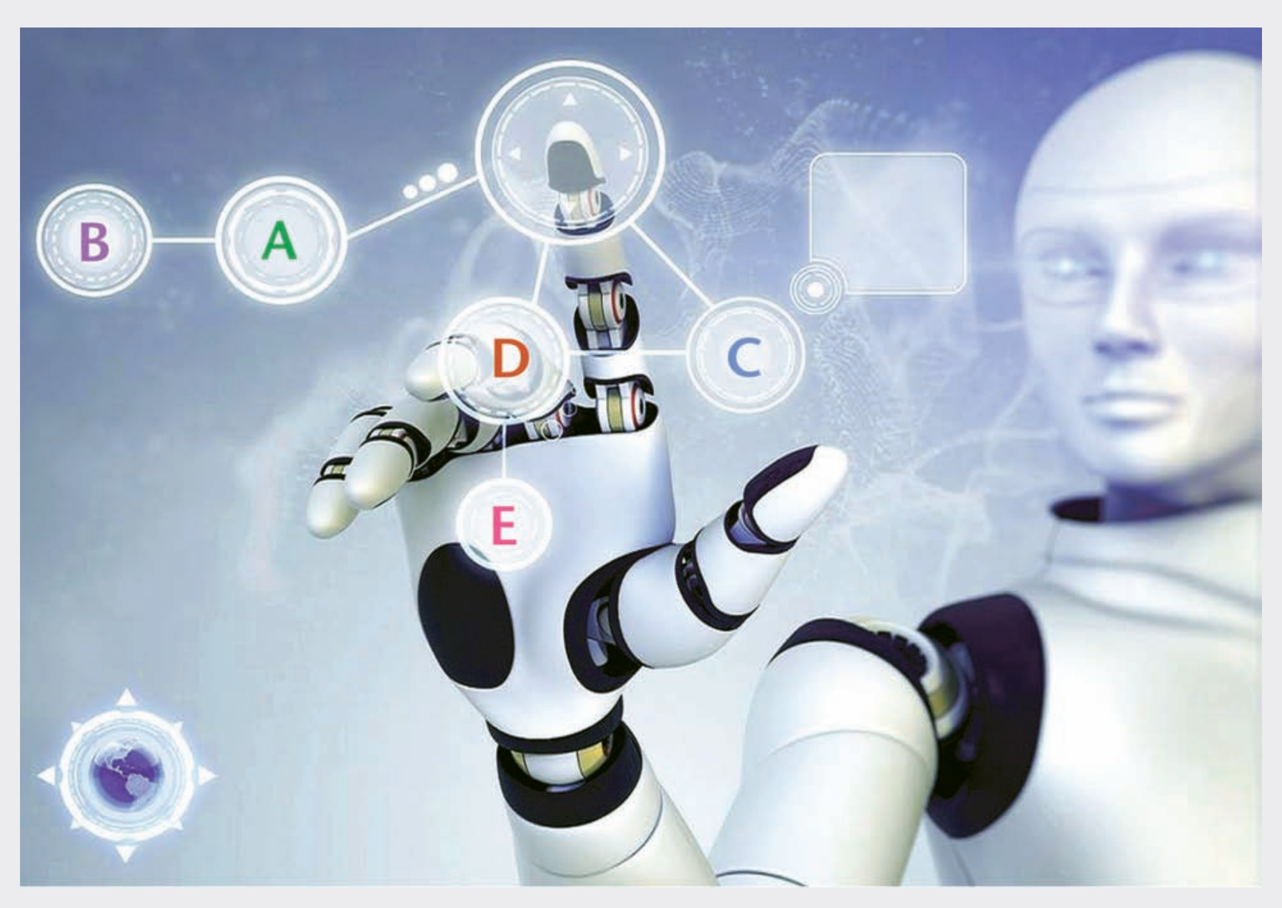
الوحدة الثانية

٢ الذكاء الاصطناعي

Artificial Intelligence/AI

حيّرت القدرات العقلية التي يمتلكها الإنسان، التي تميّزه عن غيره من الكائنات الحية العلماء، في كيفية معالجة العقل البشري لها، وقد شرع الباحثون في مجال علوم الحاسوب في محاولة محاكاة سلوكيات العقل البشري؛ كالقدرة على التعلم والتفكير وحلّ المشكلات، بإيجاد أنظمة مشابهة في طريقة معالجتها لهذه السلوكيات، ضمن فرع من فروع علم الحاسوب يُسمّى الذكاء الاصطناعي.

ستتعرّف في هذه الوحدة مفهوم الذكاء الاصطناعي وبعض تطبيقاته، كالروبوت والنظم الخبيرة وخوارزميات البحث.



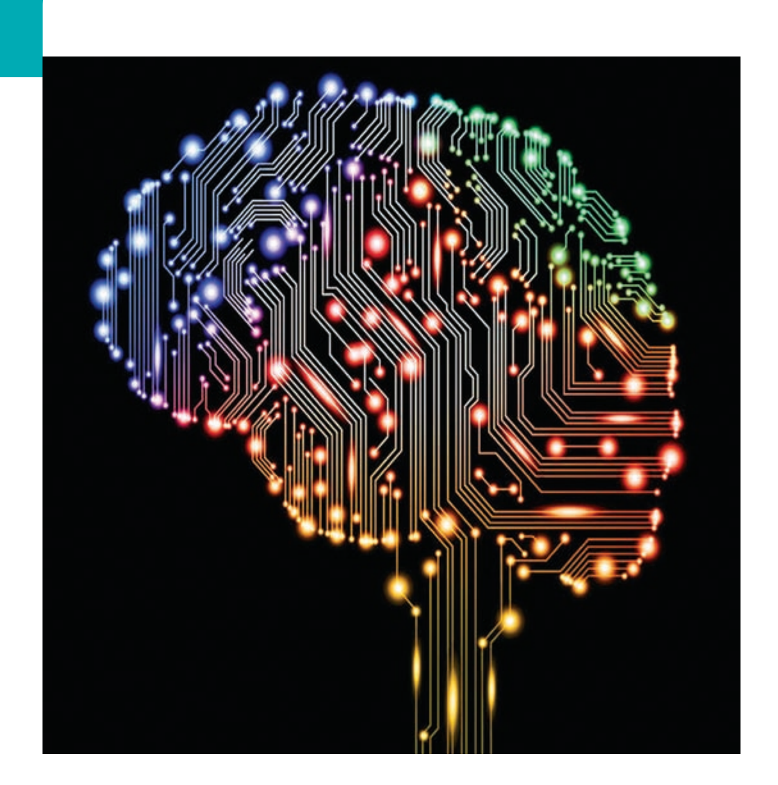
النتاجات

يتوقّع من الطالب بعد نهاية هذه الوحدة، أن يكون قادرًا على أن:

- يُعرّف مفهوم الذكاء الاصطناعي، ويعدّد أهدافه.
- يُعدّد ميزات برامج الذكاء الاصطناعي، وبعض تطبيقاته.
- يتعرّف الروبوت؛ مكوناته، وصفاته، وأنواعه، وفوائده.
- يُصنّف الروبوتات حسب التطبيقات والخدمات التي تقدمها، أو حسب حركتها.
- يتعرّف مفهوم النظم الخبيرة، ومكوناتها، ووظائفها، ومزاياها، ومحدداتها.
- يُحدّد أنواع المشكلات التي تحتاج إلى النظم الخبيرة.
- يتعرّف مفهوم خورازميات البحث.
- يُعدّد أنواع خورازميات البحث.
- يتعرّف شجرة البحث، وعناصرها.
- يُطبّق خوارزمية البحث في العمق أولًا؛ لإيجاد مسار البحث عن الحالة الهدف.

الفصل الأول

١ الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته



مع تطور العالم الرقمي والحاسوب في عصرنا الحاضر، أصبح من الضروري مجاراة هذا التطور للاستفادة منه، وإيجاد الحلول التي تناسب أعقد المشكلات؛ لذا، لجأ الإنسان إلى دراسة وإيجاد نماذج حاسوبية تحاكي قدرة العقل البشري على التفكير، والتصرف كما يتصرف الإنسان في مواقف معيّنة ولو بشكل محدود، وذلك عن طريق تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

أولاً مفهوم الذكاء الاصطناعي

شرع الخبراء في دراسة القدرات العقلية للإنسان وكيفية تفكيره، ومحاولة محاكاتها عن طريق الحاسوب؛ لإنتاج بعض صفات الذكاء من قِبَل الآلة في ما يعرف بالذكاء الاصطناعي، فما الذكاء الاصطناعي؟ وما أهدافه وميزاته؟ وما تطبيقاته؟

١ – تعريف الذكاء الاصطناعي

الذكاء الاصطناعي علم من علوم الحاسوب، يختص بتصميم وتمثيل وبرمجة نماذج حاسوبية في مجالات الحياة المختلفة، تحاكي في عملها طريقة تفكير الإنسان وردود أفعاله في مواقف معيّنة. وللذكاء الاصطناعي قوانين مبنية على دراسة خصائص الذكاء الإنساني، ومحاكاة بعض عناصره.

تُعدّ أبحاث الذكاء الاصطناعي محاولات لاكتشاف مظاهر الذكاء الإنساني التي يمكن محاكاتها آليًّا ووصفها، وقد عرّف بعض الباحثين في هذا المجال أربع منهجيات يقوم عليها موضوع الذكاء الاصطناعي، وهي:

أ – التفكير كالإنسان.

ب– التصرف كالإنسان.

جـ– التفكير منطقيًّا.

د – التصرف منطقيًّا.

كان للعالم الإنجليزي (آلان تورينغ) بصمة واضحة في علم الذكاء الاصطناعي، حيث صمّم اختبارًا يدعى اختبار تورينغ (Turing Test) عام ١٩٥٠م، حيث يقوم هذا الاختبار عن طريق مجموعة من الأشخاص المحكّمين، بتوجيه مجموعة من الأسئلة الكتابية إلى برنامج حاسوبي مدة زمنية محددة، فإذا لم يستطع ٣٠٪ من المحكّمين تمييز أن من يقوم بالإجابة (إنسان أم برنامج)؛ فإن البرنامج يكون قد نجح في الاختبار، ويوصف بأنه برنامج ذكي، أو أن الحاسوب حاسوب مفكّر، وقد تمكن برنامج حاسوبي للذكاء الاصطناعي من اجتياز اختبار تورينغ لأول مرة في عام ٢٠١٤م، ويُدعى (يوجين غوستمان). وهو برنامج حاسوبي يحاكي طفل من أوكرانيا عمره ١٣ عامًا، حيث استطاع أن يخدع ٣٣٪ من محاوريه مدة خمس دقائق، ولم يميزوا أنه برنامج، بل ظنوا أنه إنسان. والشكل (٢–١) يُبيّن الواجهة الرئيسة لبرنامج (يوجين غوستمان).



الشكل (٢–١): الواجهة الرئيسة لبرنامج (يوجين غوستمان).

٢ – أهداف الذكاء الاصطناعي

يهدف الذكاء الاصطناعي إلى:

أ – إنشاء أنظمة خبيرة تظهر تصرّفًا ذكيًّا، قادرة على التعلم والإدارة، وتقديم النصيحة لمستخدميها.

ب– تطبيق الذكاء الإنساني في الآلة، عن طريق إنشاء أنظمة تحاكي تفكير وتعلّم وتصرّف الإنسان.

جـ– برمجة الآلآت لتصبح قادرة على معالجة المعلومات بشكل متوازٍ (Parallel Processing) حيث يتم تنفيذ أكثر من أمر في وقت واحد في أثناء حلّ المسائل، وهي الطريقة الأقرب إلى طريقة تفكير الإنسان عند حلّ المسائل.

٣– لغات الذكاء الاصطناعي

يوجد لغات برمجة خاصة بالذكاء الاصطناعي، منها:

أ – لغة البرمجة لِسْب (Lisp).

ب– لغة البرمجة برولوغ (Prolog).

٤– ميزات برامج الذكاء الاصطناعي

تختلف برامج الذكاء الاصطناعي عن البرامج التقليدية في عدة نواحٍ. فعلى سبيل المثال، لا تستطيع أن تُطلق على برنامج يقوم بحلّ معادلة حسابية أنه من ضمن برامج الذكاء الاصطناعي؛ لأنه يتبع خوارزمية محددة الخطوات للوصول إلى الحلّ.

وفي ما يأتي، بعض مميزات برامج الذكاء الاصطناعي:

أ – **تمثيل المعرفة**: ويعني تنظيمها وترميزها وتخزينها إلى ما هو موجود في الذاكرة، ويتطلب بناء برامج الذكاء الاصطناعي كميات هائلة من المعارف الخاصة بمجال معيّن، والربط بين المعارف المتوافرة والنتائج.

ب – **التمثيل الرمزي**: تتعامل برامج الذكاء الاصطناعي مع البيانات الرمزية (الأرقام والحروف والرموز)، التي تُعبّر عن المعلومات، بدلًا من البيانات الرقمية (الممثلة بالنظام الثنائي)،

عن طريق عمليات المقارنة المنطقية والتحليل.

جـ- **القدرة على التعلم**: ويعني قدرة برنامج الذكاء الاصطناعي على التعلم ذاتيًا عن طريق الخبرة المخزنة داخله، كقدرته على إيجاد نمط معيّن عن طريق عدد من المدخلات، أو تصنيف عنصر إلى فئة معيّنة، بعد تعرّفه عددًا من العناصر المشابهة.

د - **التخطيط**: قدرة برنامج الذكاء الاصطناعي على وضع أهداف والعمل على تحقيقها، والقدرة على تغير الخطة إذا اقتضت الحاجة إلى ذلك.

هـ - **التعامل مع البيانات غير المكتملة أو غير المؤكدة**: ويعني قدرة برامج الذكاء الاصطناعي على إعطاء حلول مقبولة، حتى لو كانت المعلومات لديها غير مكتملة أو غير مؤكدة. على سبيل المثال، قدرة برنامج تشخيص أمراض على إعطاء تشخيص لحالة مرضية طارئة، من دون الحصول على نتائج التحاليل الطبية كاملة.

٥- تطبيقات الذكاء الاصطناعي

للذكاء الاصطناعي تطبيقات كثيرة في مجالات عدة، منها:

أ - الروبوت الذكي.

ب- الأنظمة الخبيرة.

جـ- الشبكات العصبية.

د - معالجة اللغات الطبيعية.

هـ- الأنظمة البصرية.

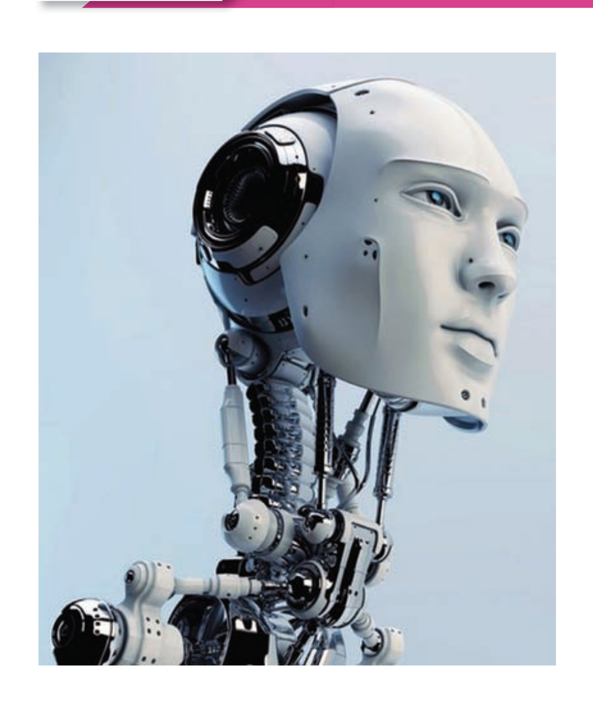
و - أنظمة تمييز الأصوات.

ز - أنظمة تمييز خط اليد.

ح- أنظمة الألعاب.

وسيتم شرح بعض هذه التطبيقات بالتفصيل لاحقًا.

ثانيًا علم الروبوت



إذا نظرت حولك، ستلاحظ الكثير من الآلات والأجهزة الإلكترونية التي تقدّم لك الخدمات الكثيرة على نطاق شخصي، والتي أصبح من الصعب عليك حصرها، أما إذا بحثت عن آلات إلكترونية تقدّم خدمات في مجالات الحياة المختلفة؛ فإن كلمة روبوت (Robot) ستتكرر بشكل كبير في أثناء البحث، فما الروبوت؟ ومنذ متى أوجدت فكرته؟ وهل كل آلة إلكترونية تقدم خدمةً للإنسان تُسمّى (روبوت)؟

١- مفهوم علم الروبوت والروبوت

اشتُقت كلمة روبوت لغويًا من الكلمة التشيكية روبوتا (Robota)، التي ظهرت لأول مرة في مسرحية للكاتب المسرحي التشيكي (كارل تشابيك) في عام ١٩٢٠م، وتعني (العمل الإجباري) أو (السخرة)، ولم يكن لعلم الحاسوب أي علاقة بإيجاد الكلمة، إنما يعود فضل إيجادها إلى الأدب، وانتشرت فكرة الآلات منذ ذلك التاريخ في خيال العلماء وأفلام الخيال العلمي، وقُدّمت الكثير من التصورات عن سيطرة الآلة والروبوتات على حياة الإنسان، وفتح ذلك المجال أمام العلماء والمخترعين لابتكار وتصميم الكثير من الآلات التي تنفذ أعمالًا مختلفة تتعدد مجالاتها.

يُطلق على العلم الذي يهتم بتصميم وبناء وبرمجة الروبوتات لتتفاعل مع البيئة المحيطة، **علم الروبوت**، وهو من أكثر تقنيات الذكاء الاصطناعي تقدّمًا من حيث التطبيقات التي تُقدّم حلولًا للمشكلات.

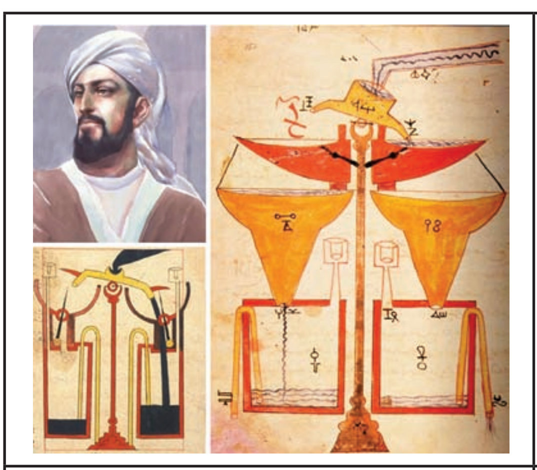
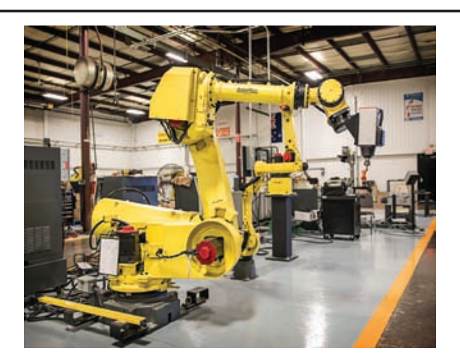
أمّا **الروبوت** فيعرف على أنه آلة (إلكترو- ميكانيكية) تُبرمج بوساطة برامج حاسوبية خاصة؛ للقيام بالعديد من الأعمال، الخطرة والشاقة والدقيقة خاصّة.

٢- تاريخ نشأة علم الروبوت

ظهرت فكرة الروبوت في العصور القديمة قبل الميلاد، وذلك من خلال تصميم آلات أُطلق عليها آنذاك (**آلات ذاتية الحركة**)، والجدول (٢-١) يُبيّن تطور مفهوم فكرة الروبوت عبر العصور،

إلى أن وصلت إلى ما هي عليه الآن.

الجدول (٢-١): تاريخ نشأة الروبوت.

• في القرنين الثاني عشر والثالث عشر للميلاد، قام العالم المسلم الملقب بـ (الجزري) أحد أعظم المهندسين والميكانيكيين والمخترعين المسلمين، وصاحب كتاب (معرفة الحيل الهندسية)، بتصميم ساعات مائية وآلات أخرى وإنتاجها، مثل آلة لغسل اليدين تقدم الصابون والمناشف آليًّا لمستخدمها.	
• في القرن التاسع عشر، تم ابتكار دمى آلية في اليابان، قادرة على تقديم الشاي أو إطلاق السهام أو الطلاء، وتدعى (ألعاب كاراكوري).	
• في خمسينيات وستينيات القرن الماضي، ظهر مصطلح الذكاء الاصطناعي، وصُمّم أول نظام خبير لحلّ مشكلات رياضية صعبة، كما صُمّم أول ذراع روبوت في الصناعة.	
• ومنذ العام ٢٠٠٠م، ظهر الجيل الجديد من الروبوتات التي تشبه في تصميمها جسم الإنسان، وأطلق عليها اسم الإنسان الآلي، استُخدمت في أبحاث الفضاء من قِبَل وكالة ناسا.	

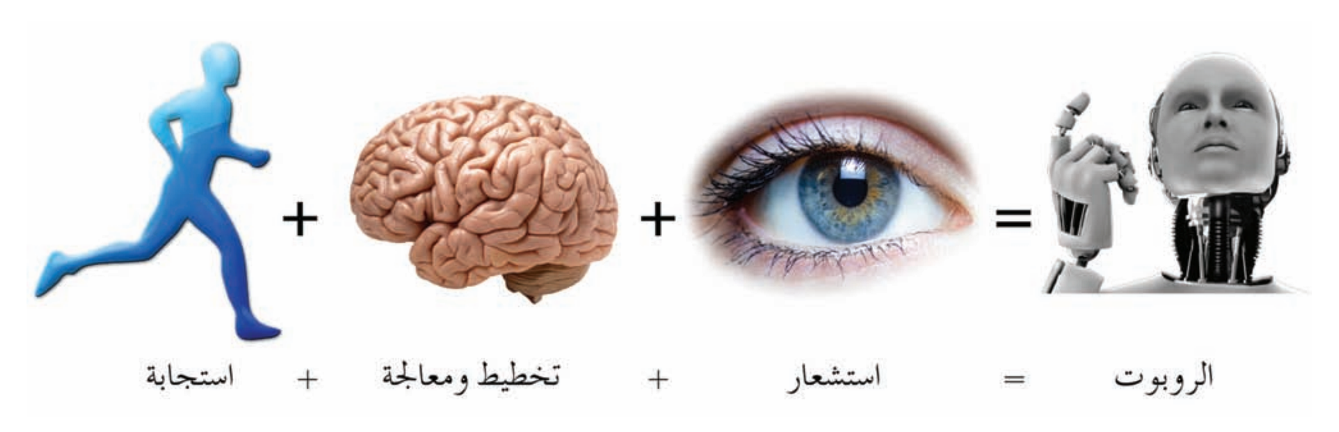
٣ – صفات آلة الروبوت ومكوّناتها

يظن الكثيرون أنّ الروبوت آلة أتوماتيكية مصمّمة على هيئة جسم إنسان بيدين وقدمين، وهذا مفهوم غير صحيح، إذ لا يمكن أن يطلق على أي آلة يتم التحكم بها للقيام بعمل ما (روبوت)، وكي يُطلق على أي آلة مسمّى الروبوت، يجب أن تجمع ثلاث صفات:

أ – **الاستشعار**: ويُمثّل المدخلات، كاستشعار الحرارة أو الضوء أو الأجسام المحيطة.

ب– **التخطيط والمعالجة**: كأن يخطط الروبوت للتوجه إلى هدف معيّن، أو يُغيّر اتجاه حركته، أو يدور بشكل معيّن، أو أي فعل آخر بُرمج للقيام به.

جـ– **الاستجابة وردة الفعل**: وتُمثّل ردة الفعل على ما تم أخذه كمدخلات، انظر الشكل (٢–٢).

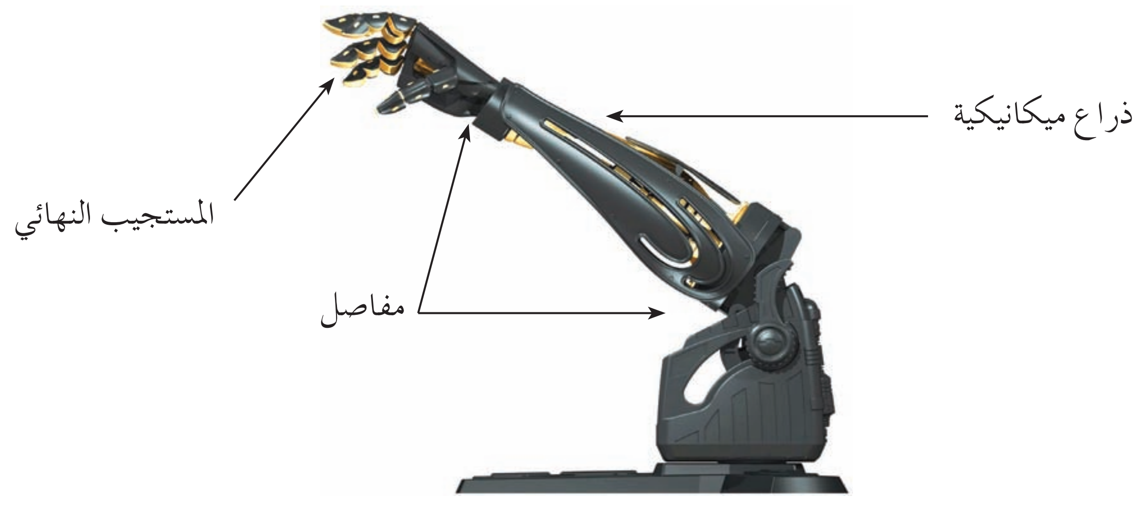


الشكل (٢–٢): صفات آلة الروبوت.

تُصمّم الروبوتات بأشكال وأحجام مختلفة حسب المهمة التي ستؤديها؛ كنقل المنتجات أو لحامها أو طلائها أو غير ذلك. ومن أكثر أنواع الروبوتات استخدامًا وانتشارًا في مجال الصناعة، وأبسطها من ناحية التصميم، روبوت بسيط على شكل ذراع.

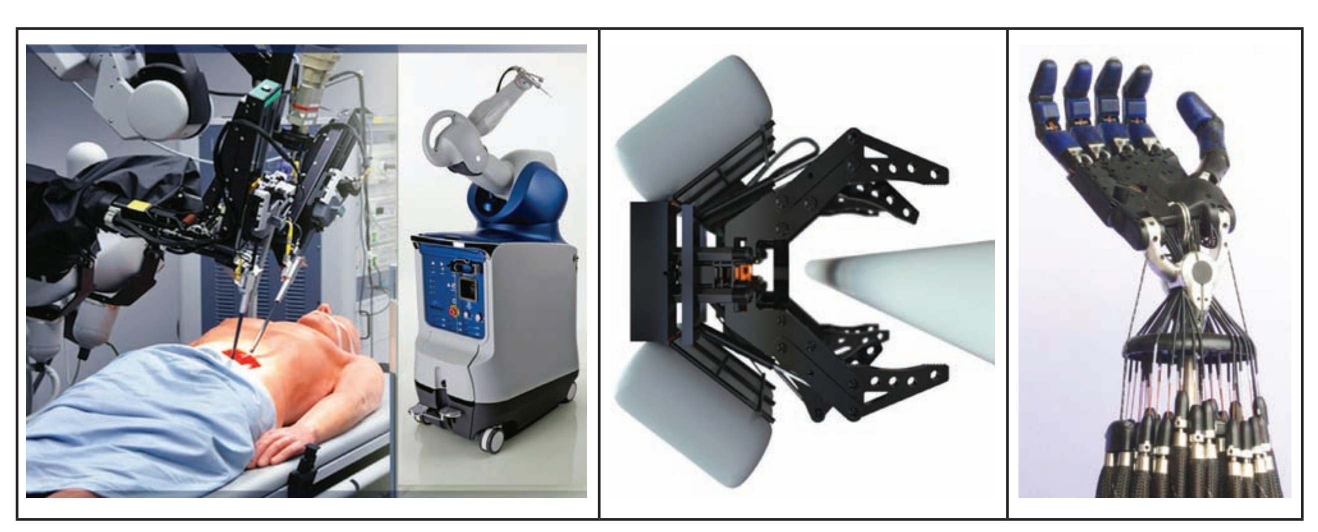
ويتكوّن الروبوت من الأجزاء الآتية:

١ – **ذراع ميكانيكية**: تشبه في شكلها ذراع الإنسان، وتحتوي على مفاصل صناعية لتسهيل حركتها عند تنفيذ الأوامر الصادرة إليها، حسب الغرض الذي صُمّم الروبوت من أجله. انظر الشكل (٢–٣).



الشكل (٢–٣): مكوّنات الروبوت البسيط.

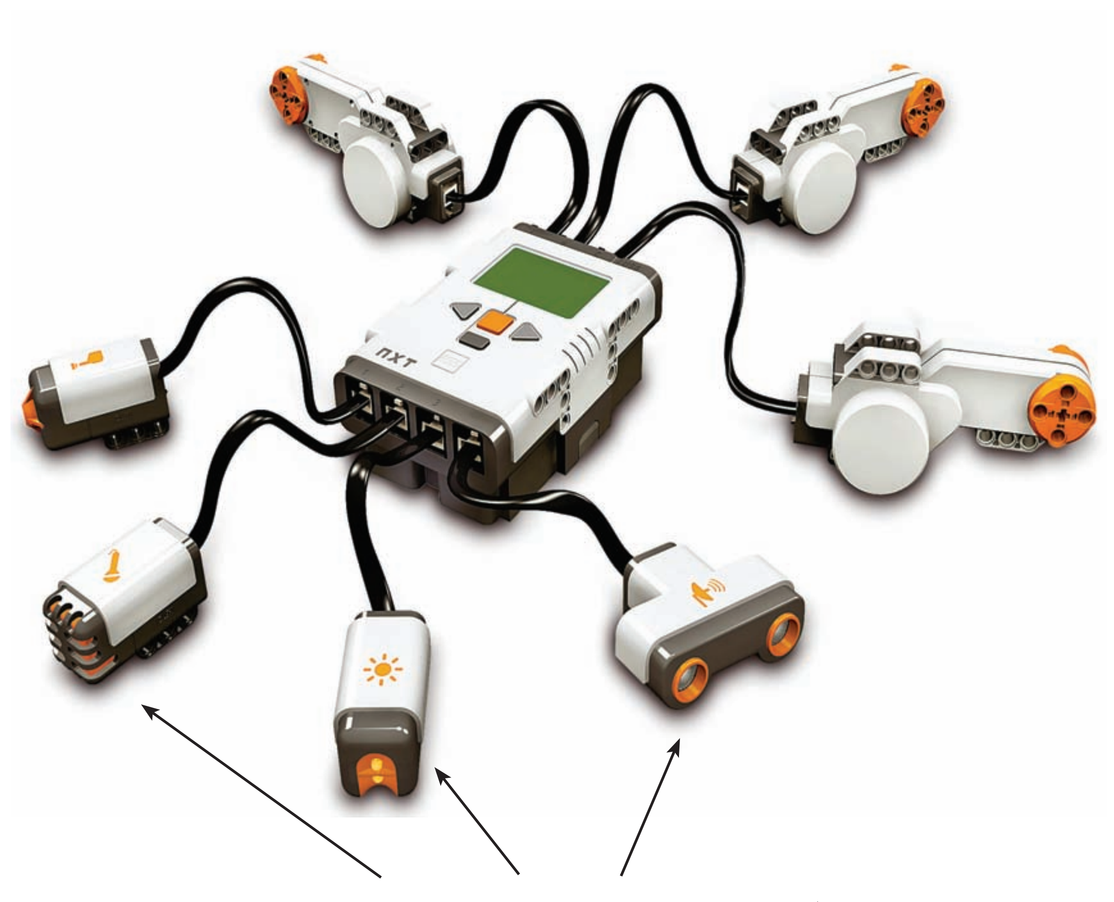
٢ – **المستجيب النهائي**: وهو ذلك الجزء النهائي من الروبوت الذي ينفّذ المهمة التي يصدرها الروبوت، ويعتمد تصميمه على طبيعة تلك المهمة، فقد تكون قطعة المستجيب يدًا، أو بخاخًا أو مطرقة، وقد تكون في الروبوتات الطبية أداة لخياطة الجروح. ويوضّح الشكل (٢–٤) بعض أشكال المستجيبات النهائية للروبوت.


الشكل (٢–٤): أمثلة على مستجيبات نهائية للروبوت.

٣ – **المتحكّم**: وهو (دماغ) الروبوت، يستقبل البيانات، ثم يعالجها عن طريق التعليمات البرمجية المخزنة داخله، ويعطي الأوامر اللازمة للاستجابة لها.

٤ – **المشغّل الميكانيكي**: وهو (عضلات) الروبوت، وهو الـجزء المسؤول عن حركته حيث يحوّل أوامر المتحكّم إلى حركة فيزيائية.

٥ – **الحسّاسات**: تشبه وظيفة الحسّاسات في الروبوت وظيفة الحواس الخمسة في الإنسان تمامًا، وتعدّ صلة الوصل بين الروبوت والبيئة المحيطة، حيث تكون وظيفتها جمع البيانات ليتم معالجتها والاستجابة لها من قِبَل الروبوت بفعل معيّن، ويُبيّن الشكل (٢–٥)، مجموعة من الحسّاسات التي توصل مع الروبوت لأهداف مختلفة.



الشكل (٢–٥): مجموعة من الحسّاسات (Sensors).

وتوجد أنواع مختلفة من الحسّاسات المستخدمة في الروبوت. ويُبيّن الجدول (٢-٢)، بعض أنواع الحسّاسات ووظيفتها.

الجدول (٢-٢): بعض الحسّاسات ووظيفة كل منها.

اسم الحسّاس	وظيفته	شكله
حسّاس اللمس (Touch Sensor)	يستشعر التماس بين الروبوت وأيّ جسم مادي خارجي كالجدار مثلًا، أو بين أجزاء الروبوت الداخلية كذراع الروبوت واليد.	
حسّاس المسافة (Distance Sensor)	يستشعر المسافة بين الروبوت والأجسام المادية؛ عن طريق إطلاق موجات لتصطدم في الجسم وترتد عنه. وبناءً عليه، يحسب المسافة ذاتيًّا.	
حسّاس الضوء (Light Sensor)	يستشعر هذا الحسّاس شدّة الضوء المنعكس من الأجسام المختلفة، ويُميّز بين ألوانها.	
حسّاس الصوت (Sound Sensor)	يشبه الميكرفون، ويستشعر شدّة الأصوات المحيطة، ويحوّلها إلى نبضات كهربائية ترسل إلى المتحكم في الروبوت.	

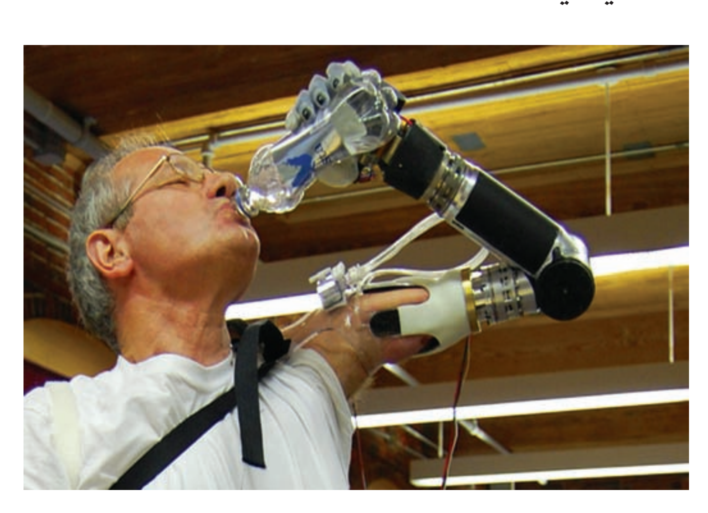
٤ – أصناف الروبوتات

يمكن تصنيف الروبوتات حسب الاستخدام والخدمات التي تقدّمها، أو حسب إمكانية تنقلها. **ومن أنواع الروبوتات حسب الاستخدام والخدمات التي تقدمها:**

أ – **الروبوت الصناعي**: يُستخدم الروبوت الصناعي في الكثير من العمليات الصناعية، مثل عمليات الطلاء بالبخ الحراري في المصانع؛ لتقليل تعرّض العمال لمادة الدهان التي تؤثّر في صحتهم، وفي أعمال الصب وسكب المعادن، حيث تتطلب هذه العمليات التعرّض لدرجة حرارة عالية جدًّا لا يستطيع الإنسان تحمّلها، وعمليات تجميع القطع وتثبيتها في أماكنها. والشكل (٢–٦)، يظهر طريقة طلاء آلية من دون وجود الإنسان باستخدام الروبوت.

الشكل (٢–٦): الطلاء باستخدام الروبوت.

ب– **الروبوت الطبي**: يُستخدم الروبوت الطبي في إجراء العمليات الجراحية المعقدة، مثل جراحة الدماغ وعمليات القلب المفتوح، ولعل أبرز استخدامات الروبوت في المجال الطبي مساعدة ذوي الاحتياجات الخاصّة، كذراع الروبوت التي تستطيع استشعار النبضات العصبية الصادرة عن الدماغ والاستجابة لها. والشكل (٢–٧) يُبيّن ذراع الروبوت لشخص فقد ذراعه.



الشكل (٢–٧): ذراع الروبوت.

جـ- الروبوت التعليمي: صُمّمت روبوتات لتحفيز الطلبة وجذب انتباههم إلى التعليم، وبأشكال مختلفة، وقد تكون على هيئة إنسان معلم كما في الشكل (٢-٨).

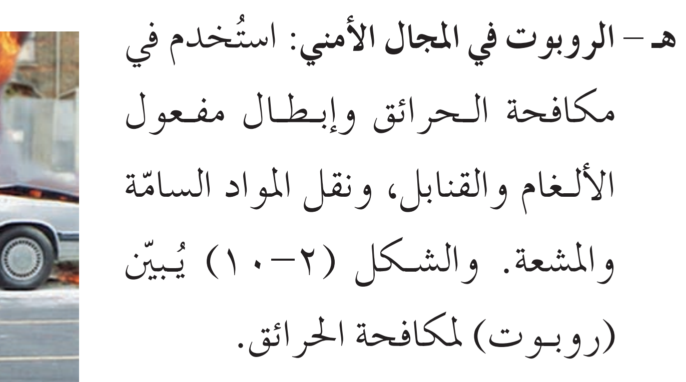


الشكل (٢-٨): الروبوت المعلم.

د - الروبوت في الفضاء: استُخدم في المركبات الفضائية، مثل دراسة سطح المريخ. والشكل (٢-٩) يُبيّن شكل روبوت فضائي.



الشكل (٢-٩): روبوت الفضاء.



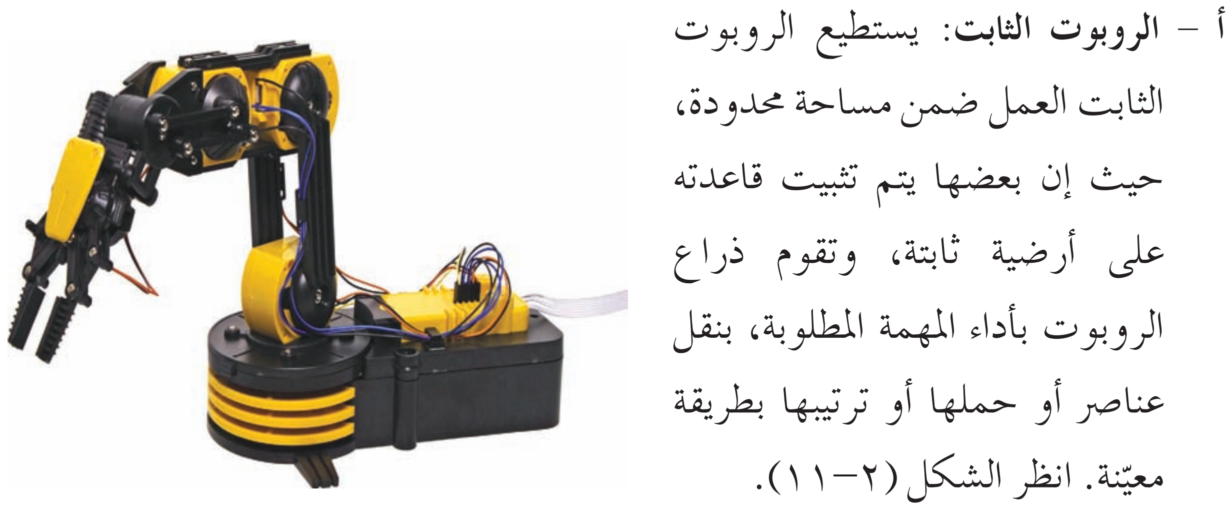
هـ - الروبوت في المجال الأمني: استُخدم في مكافحة الحرائق وإبطال مفعول الألغام والقنابل، ونقل المواد السامّة والمشعة. والشكل (٢-١٠) يُبيّن (روبوت) لمكافحة الحرائق.



الشكل (٢-١٠): روبوت لمكافحة الحرائق.

وتقسم الروبوتات حسب مجال حركتها، وإمكانية تجوالها ضمن مساحة معيّنة، إلى قسمين:

أ - **الروبوت الثابت:** يستطيع الروبوت الثابت العمل ضمن مساحة محدودة، حيث إن بعضها يتم تثبيت قاعدته على أرضية ثابتة، وتقوم ذراع الروبوت بأداء المهمة المطلوبة، بنقل عناصر أو حملها أو ترتيبها بطريقة معيّنة. انظر الشكل (٢-١١).



الشكل (٢-١١): الروبوت الثابت.

ب- **الروبوت الجوّال أو المتنقّل:** تسمح برمجة الروبوت المتنقل (الجوّال) بالتحرّك والتنقل ضمن مساحات متنوعة لأداء مهامه؛ لذا، تجده يملك جزءًا يساعده على الحركة، ومن أنواعه:

١ . الروبوت ذو العجلات انظر الشكل (٢-١٢).

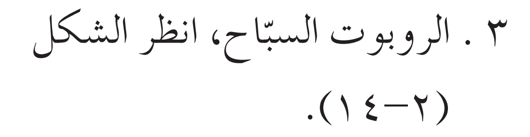


الشكل (٢-١٢): الروبوت ذو العجلات.

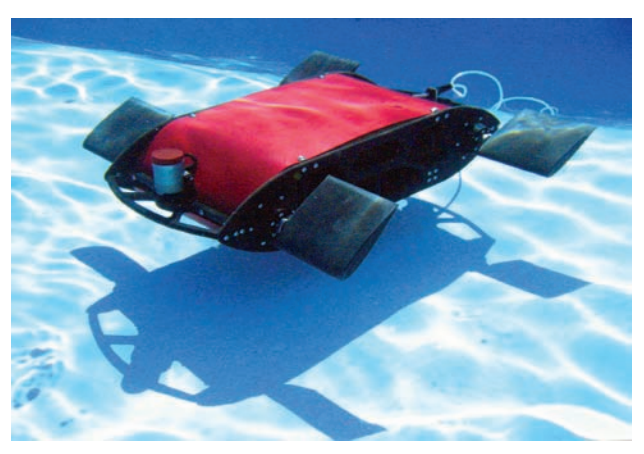
٢ . الروبوت ذو الأرجل، انظر الشكل (٢-١٣).



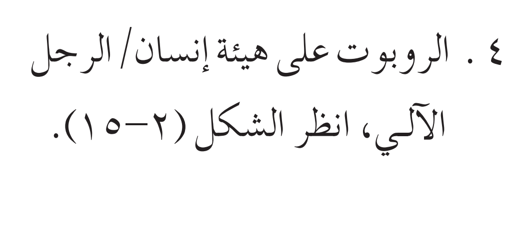
الشكل (٢-١٣): الروبوت ذو الأرجل.



٣ . الروبوت السبّاح، انظر الشكل (٢-١٤).

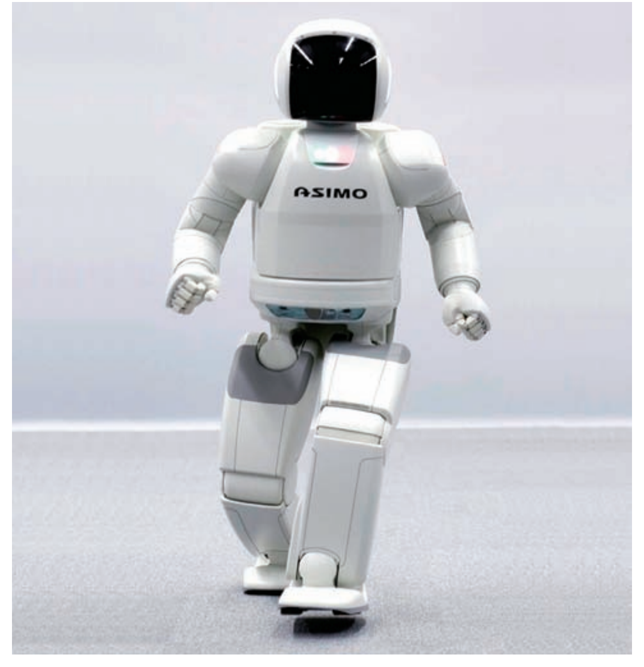


الشكل (٢-١٤): الروبوت السبّاح.



٤ . الروبوت على هيئة إنسان/ الرجل الآلي، انظر الشكل (٢-١٥).

وما زال علم الروبوت في تطور مستمر، فقد تجد في السنوات القادمة أشكالًا أخرى للروبوتات ابتدعها عقل الإنسان، غير الأشكال التي تم ذكرها.



الشكل (٢-١٥): الرجل الآلي.

٥ – فوائد الروبوت في مجال الصناعة ومحدداته

ظهر أثر استخدام الروبوتات في الصناعة بشكل واضح جدًّا، حيث كان له الكثير من الفوائد في هذا المجال، منها:

أ – يقوم الروبوت بالأعمال التي تتطلب تكرارًا مدة طويلة من دون تعب، ما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية.

ب– يستطيع القيام بالأعمال التي تتطلب تجميع القطع وتركيبها في مكانها بدقة عالية، ما يزيد من إتقان العمل.

جـ– يقلّل استخدام الروبوت من المشكلات التي تتعرض لها المصانع مع العمال، كالإجازات والتأخير والتعب.

د – يمكن التعديل على البرنامج المصمم للروبوت لزيادة المرونة في التصنيع، حسب المتطلبات التي تقتضيها عملية التصنيع.

هـ – يستطيع العمل تحت الضغط، وفي ظروف غير ملائمة لصحة الإنسان، كأعمال الدهان ورشّ المواد الكيمائية ودرجات الرطوبة والحراراة العاليتين.

وعلى الرغم من الفوائد الكبيرة التي يقدّمها الروبوت في مجال الصناعة، إلّا أنه يوجد بعض المحددات لاستخدام الروبوت في الصناعة، ومنها:

١ – الاستغناء عن الموظفين في المصانع واستبدالهم بالروبوت الصناعي؛ سيزيد من نسبة البطالة، ويُقلّل من فرص العمل.

٢ – لا يستطيع الروبوت القيام بالأعمال التي تتطلب حسًّا فنيًّا أو ذوقًا في التصميم أو إبداعًا، فعقل الإنسان له قدرة على ابتداع الأفكار.

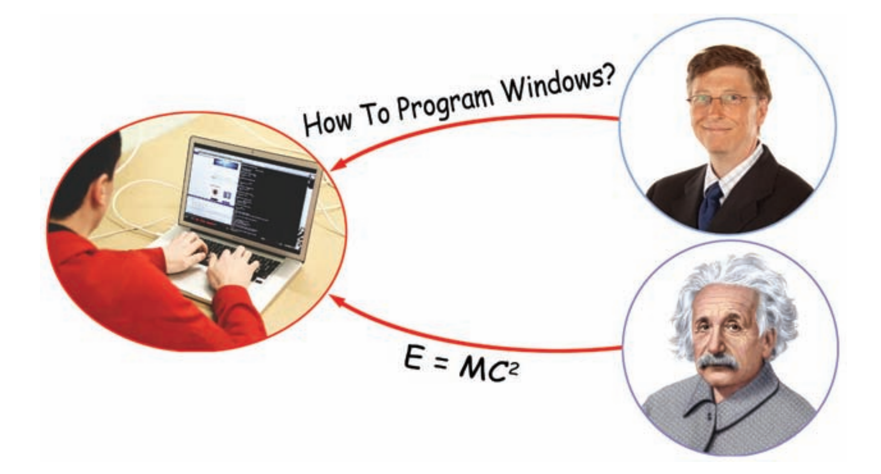
٣ – تكلفة تشغيل الروبوت في المصانع عاليـة؛ لذا، تُعدّ غير مناسبة في المصانع المتوسطة والصغيرة.

٤ – يحتاج الموظفون إلى برامج تدريبية للتعامل مع الروبوتات الصناعية وتشغيلها، وهذا سيكلف الشركات الصناعية مالًا ووقتًا.

٥ – مساحة المصانع التي ستستخدم الروبوتات يجب أن تكون كبيرةً جدًّا؛ لتجنب الاصطدامات والحوادث في أثناء حركتها.



النظم الخبيرة



ظهر مفهوم النظم الخبيرة أول مرة من قِبَل العالِـم إدوارد فيغنبوم (Edward Feigenbaum)، وأوضح (إدوارد) أن العالـم ينتقل من معالجة البيانات (Data Processing) إلى معالجة المعرفة (Knowledge Processing) واستخدامها في حل المشكلات واقتراح الحلول الـمُثلى؛ بالاعتماد على محاكاة الشخص الخبير في حلّ المشكلات. فما النظم الخبيرة؟ وما مكوّناتها؟ وما آلية عملها؟ وما مميزاتها ومحدداتها؟

١ – مفهوم النظام الخبير وأهم تطبيقاته

النظام الخبير هو برنامج حاسوبي ذكي، يستخدم مجموعة من قواعد المعرفة في مجال معيّن لحلّ المشكلات التي تحتاج إلى الخبرة البشرية. وتكون طريقة حلّ المشكلات في هذه النظم مشابهة مع الطريقة التي يتبعها الإنسان الخبير في هذا المجال، ويتميز النظام الخبير عن البرنامج العادي بقدرته على التعلم واكتساب الخبرات الجديدة.

تذكّر

- المعرفة هي حصيلة المعلومات والخبرة البشرية، التي تجمع في عقول الأفراد عن طريق الخبرة، وهي نتاج استخدام المعلومات التي تنتج من معالجة البيانات ودمجها مع الخبرات.

النظم الخبيرة مرتبطة بمجال معيّن، فاذا صُمّمت لحلّ مشكلة معيّنة فلا يمكن تطبيقها أو تغييرها لحلّ مشكلة أخرى، ومن أشهر الأمثلة على النظم الخبيرة: نظام خبير لتشخيص أمراض الدم

الذي يصعب تعديله لتشخيص أمراض أخرى، وتكون عملية تصميم نظام آخر من البداية عملية أسهل من التعديل على النظام الموجود.

الجدول (٢-٣) يوضّح بعض الأمثلة على البرامج الخبيرة ومجال استخدامها.

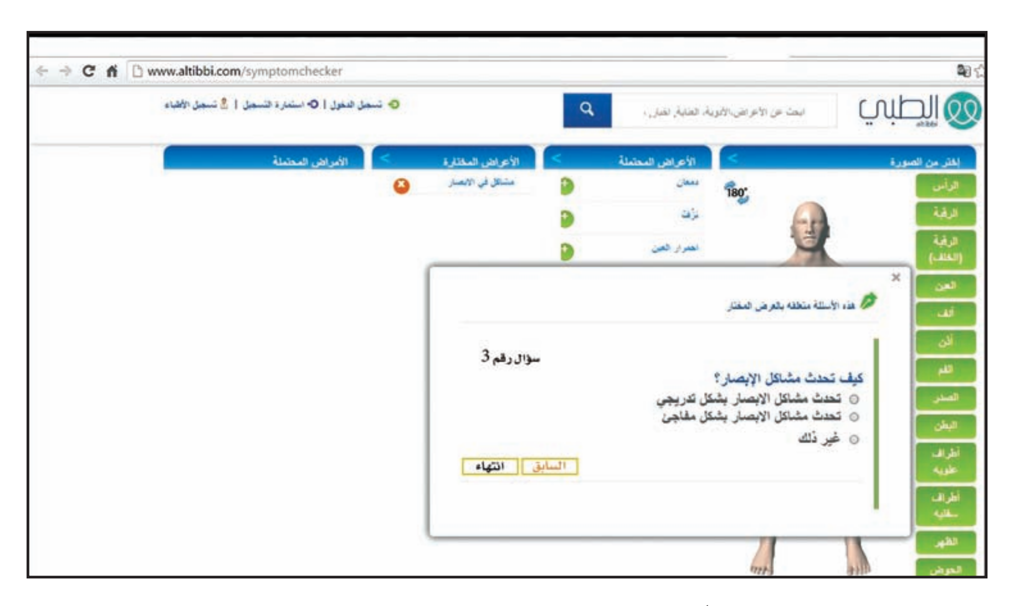
الجدول (٢-٣): أمثلة عملية على برامج النظم الخبيرة.

النظام الخبير	المجال	رسم توضيحي
ديندرال DENDRAL	تحديد مكوّنات المركّبات الكيميائية.	
باف PUFF	نظام طبي لتشخيص أمراض الجهاز التنفسي.	
بروسبكتر PROSPECTOR	يُستخدم من قِبَل الجيولوجيين؛ لتحديد مواقع الحفر للتنقيب عن النفط والمعادن.	
ديزاين أدفايزر DESIGN ADVISOR	يُقدّم نصائح لتصميم رقائق المعالج.	
ليثيان LITHIAN	يعطي نصائح لعلماء الآثار لفحص الأدوات الحجرية.	

٢ – أنواع المشكلات (المسائل) التي تحتاج الى النظم الخبيرة

للنظم الخبيرة مجالات معيّنة أثبتت فيها قدرتها أكثر من غيرها، فقد نجحت النظم الخبيرة في التعامل مع المشكلات في مجالات متنوعة، تقع معظمها في واحدة من الفئات الآتية:

أ – **التشخيص**: مثل تشخيص أعطال المعدات لنوع معيّن من الآلات، أو التشخيص الطبي لأمراض الإنسان. والشكل (٢–١٦) يوضّح مثالًا على استخدام برنامج خبير طبي.



الشكل (٢–١٦): شاشة برنامج خبير طبي.

ب– **التصميم**: مثل إعطاء نصائح عند تصميم مكوّنات أنظمة الحاسوب والدارات الإلكترونية.

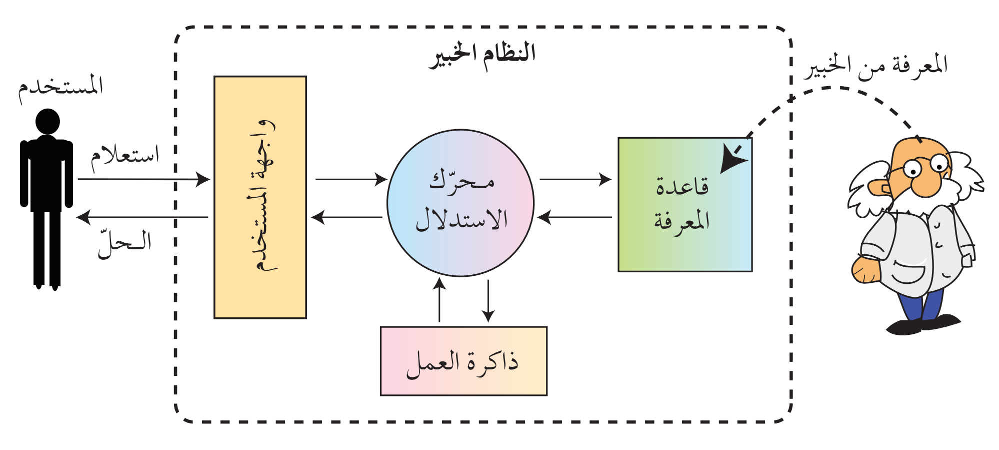
جـ– **التخطيط**: مثل التخطيط لمسار الرحلات الجوية.

د – **التفسير**: مثل تفسير بيانات الصور الإشعاعية.

هـ– **التنبؤ**: مثل التنبؤ بالطقس أو أسعار الأسهم.

٣ – مكوّنات الأنظمة الخبيرة

تتكوّن الأنظمة الخبيرة بشكل أساسي من أربعة أجزاء رئيسة، هي: **قاعدة المعرفة، ومحرّك الاستدلال، وذاكرة العمل، وواجهة المستخدم**، حيث يتفاعل المستخدم مع النظام عن طريق طرح الاستفسارات أو الاستعلام عن موضوع ما بمجال معيّن، ويقوم النظام الخبير بالرد عن طريق إعطاء نصيحة أو الحلّ المقترح للمستخدم، كما هو موضّح بالشكل (٢–١٧).



الشكل (٢-١٧): المكوّنات الرئيسة للنظم الخبيرة.

وفي ما يأتي، توضيح لهذه المكوّنات:

أ - **قاعدة المعرفة** (Knowledge Base):

تحتوي قاعدة المعرفة على مجموعة من الحقائق والمبادئ والخبرات بمجال معرفة معيّن، وتُستخدم من قِبَل الخبراء لحل المشكلات.

والفرق بين قاعدة المعرفة وقاعدة البيانات، أن قاعدة البيانات تتكوّن من مجموعة من البيانات والمعلومات المترابطة في ما بينها، بينما قاعدة المعرفة تبنى بالاعتماد على الخبرة البشرية، بالإضافة إلى المعلومات والبيانات. كما تتميّز قاعدة المعرفة بالمرونة، حيث يمكن الإضافة عليها أو الحذف منها أو التعديل عليها من دون التأثير في المكوّنات الأخرى للنظام الخبير.

ب- **محرّك الاستدلال** (Inference Engine):

برنامج حاسوبي يقوم بالبحث في قاعدة المعرفة لحلّ مسألة أو مشكلة، عن طريق آلية استنتاج تحاكي آلية عمل الخبير عند الاستشارة في مسألة ما لإيجاد الحلّ، واختيار النصيحة المناسبة.

جـ- **ذاكرة العمل** (Working Memory):

جزء من الذاكرة، مخصّص لتخزين المشكلة المدخلة بوساطة مستخدم النظام، والمطلوب إيجاد حلّ لها.

د – **واجهة المستخدم** (User Interface):

وسيلة تفاعل بين المستخدم والنظام الخبير، حيث تسمح بإدخال المشكلة والمعلومات إلى النظام الخبير وإظهار النتيجة. وتُدخل المعلومات من خلال الاختيار من مجموعة من الخيارات المصاغة على شكل أسئلة وإجابات؛ لتزويد النظام بمعلومات عن موقف محدد. ويتطلب تصميم واجهة المستخدم الاهتمام باحتياجات المستخدم، مثل سهولة الاستخدام، وعدم الملل أو التعب من عملية إدخال المعلومات والإجابات.

الشكل (٢–١٨) يوضّح شاشة برنامج خبير لتشخيص أعطال السيارة (eXpertise2Go)، حيث يسأل النظام المستخدم عن أعطال السيارة، ويجيب المستخدم عن الأسئلة، ويمكنك ملاحظة الآتي:

١ – وجود خيار (**لا أعرف**)، ويدل على قدرة النظام على التعامل مع الإجابات الغامضة.

٢ – إمكانية استخدام معطيات غير كاملة، حيث يُـمكن للمستخدم إدخال درجة التأكّد (Degree of Certainty) من إجابته.

٣ – إمكانية تفسير سبب طرح البرنامج هذا السؤال للمستخدم.



الشكل (٢–١٨): مثال على واجهة المستخدم لنظام خبير لتشخيص أعطال السيارات.

وبعد إجابة المستخدم عن الكثير من الأسئلة التي يطرحها النظام عن طريق الشاشات، تظهر التوصيات والحلول.

والشكل (٢–١٩) يوضّح الحلول والتوصيات التي يقدمها النظام الخبير لتشخيص أعطال السيارة للمستخدم ودرجة التأكّد من الإجابة، وإمكانية تفسير الاحتمالات الممكنة جميعها لحلّ هذه المشكلة.



الشكل (٢–١٩): شاشة الحلول المقترحة لمشكلة السيارة.

٤ – مزايا النظم الخبيرة ومحدداتها

أثبتت الأنظمة الخبيرة نجاحها في الكثير من التطبيقات، حيث كان لها الكثير من الفوائد، من أهمها ما يأتي:

أ – النظام الخبير غير مُعرّض للنسيان، لأنه يُوثّق قراراته بشكل دائم.

ب– المساعدة على تدريب المختصين ذوي الخبرة المنخفضة، ويعود الفضل إلى وسائل التفسير وقواعد المعرفة التي تخدم بوصفها وسائل للتعليم.

جـ– توفّر النظم الخبيرة مستوى عاليًا من الخبرات، عن طريق تجميع خبرة أكثر من شخص في نظام واحد.

د – نشر الخبرة النادرة إلى أماكن بعيدة للاستفادة منها في أماكن متفرقة في العالـم.

هـ– القدرة على العمل بمعلومات غير كاملة أو مؤكدة، حتى مع الإجابة **(لا أعرف)** يستطيع النظام الخبير إعطاء نتيجة، على الرغم من أنها قد تكون غير مؤكّدة.

وعلى الرغم من الفوائد الكثيرة التي توفّرها النظم الخبيرة، إلّا أن لديها الكثير من المحددات، ومن هذه المحددات ما يأتي:

١- عدم قدرة النظام الخبير على الإدراك والحدس، بالمقارنة مع الإنسان الخبير.

٢- عدم قدرة النظام الخبير على التجاوب مع المواقف غير الاعتيادية أو المشكلات خارج نطاق التخصص.

٣- صعوبة جمع الخبرة والمعرفة اللازمة لبناء قاعدة المعرفة من الخبراء.

ومن الجدير بالذكر، أن النظم الخبيرة لا يمكن أن تحل محلّ الخبير نهائيًا، على الرغم من أنّ النتائج التي تتوصّل إليها في بعض المجالات، تتطابق أو حتى تفوق النتائج التي يصل إليها الخبير، إلّا أن هذه النظم تعمل جيّدًا فقط ضمن موضوع محدّد، مثل تشخيص الأعطال لنوع معيّن من الآلات، وكلما اتسع نطاق المجال، ضعفت قدرتها الاستنتاجية.

أسئلة الفصل

١ – عرّف كلًّا من المصطلحات الآتية:

أ – الذكاء الاصطناعي. ب– النظم الخبيرة. جـ– علم الروبوت.

٢ – ما المنهجيات الأربع التي يقوم عليها موضوع الذكاء الاصطناعي؟

٣ – حدّد نوع الحسّاس المناسب في الجدول الآتي، حسب الوظيفة التي يؤديها:

اسم الحسّاس	وظيفته التي يؤديها
( )	استشعار المسافة بين الروبوت والأجسام الماديّة.
( )	استشعار التماس بين الروبوت وأي جسم مادي خارجي كالجدار.
( )	استشعار الضوء المنعكس من الأجسام المختلفة والتمييز بين ألوانها.
( )	استشعار شدّة الأصوات المحيطة، وتحويلها إلى نبضات كهربائية.

٤– وضّح مبدأ اختبار تورينغ.

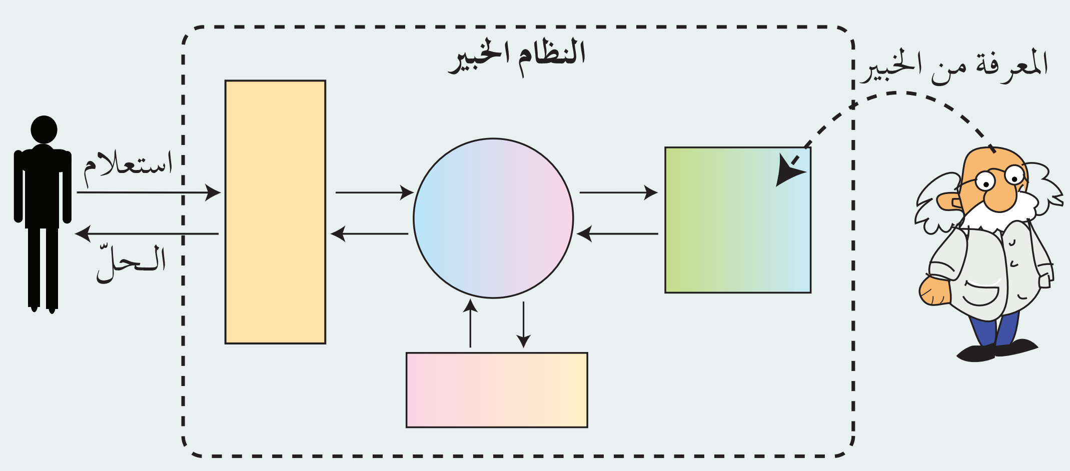
٥– وضّح كيف استُخدم الروبوت في المجالات الآتية:

أ – الصناعة. ب– التعليم.

٦– عدّد أنواع المشكلات التي تحتاج إلى النظم الخبيرة؟

٧– ما الفرق بين قاعدة البيانات وقاعدة المعرفة؟

٨– املأ الشكل الآتي بمكوّنات النظام الخبير:



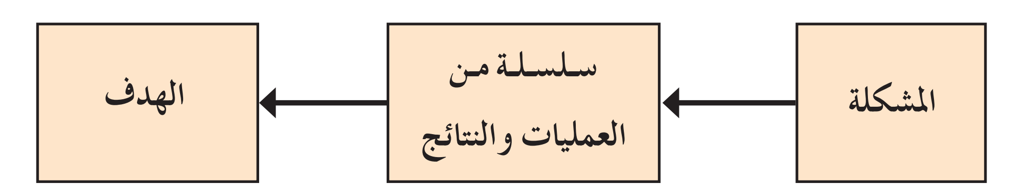
خوارزميات البحث في الذكاء الاصطناعي

أسهمت الحوسبة الحديثة والإنترنت، في الوصول إلى كميات كبيرة من المعلومات؛ لذا، أصبحت القدرة على البحث بكفاية في هذه المعلومات متطلبًا ضروريًّا، لقد صُمّم باستخدام الذكاء الاصطناعي عدد كبير من خوارزميات البحث؛ لـحلّ أصعب المشكلات في الكثير من التطبيقات، ومن الأمثلة على هذه التطبيقات عمليات الملاحة.

ستتعرف في هذا الفصل مفهوم خوارزميات البحث ومبدأ عملها وأنواعها.

أولًا مفهوم خوارزميات البحث

خوارزميات البحث سلسلة من الخطوات غير المعروفة مسبقًا؛ للعثور على الحلّ الذي يطابق مجموعة من المعايير من بين مجموعة من الحلول المحتملة. ويقوم مبدأ عمل خوارزميات البحث على أخذ المشكلة على أنها مدخلات، ثم القيام بسلسلة من العمليات، والتوقّف عند الوصول إلى الهدف. والشكل (٢-٢٠) يوضّح مبدأ عمل خوارزميات البحث.



الشكل (٢-٢٠): مبدأ عمل خوارزميات البحث.

وُجدت خوارزميات البحث في الذكاء الاصطناعي؛ لحلّ المشكلات ذات الصفات الآتية:

١ - لا يوجد للحلّ طريقة تحليلية واضحة، أو أن الحلّ مستحيل بالطرائق العادية.

٢ - يحتاج الحلّ إلى عمليات حسابية كثيرة ومتنوعة لإيجاده (مثل: الألعاب، والتشفير، وغيرها).

٣ - يحتاج الحلّ إلى حدس عالي (مثل الشطرنج).

للتعبير عن هذا النوع من المشكلات، تُمثّل باستخدام شجرة البحث. فما شجرة البحث؟

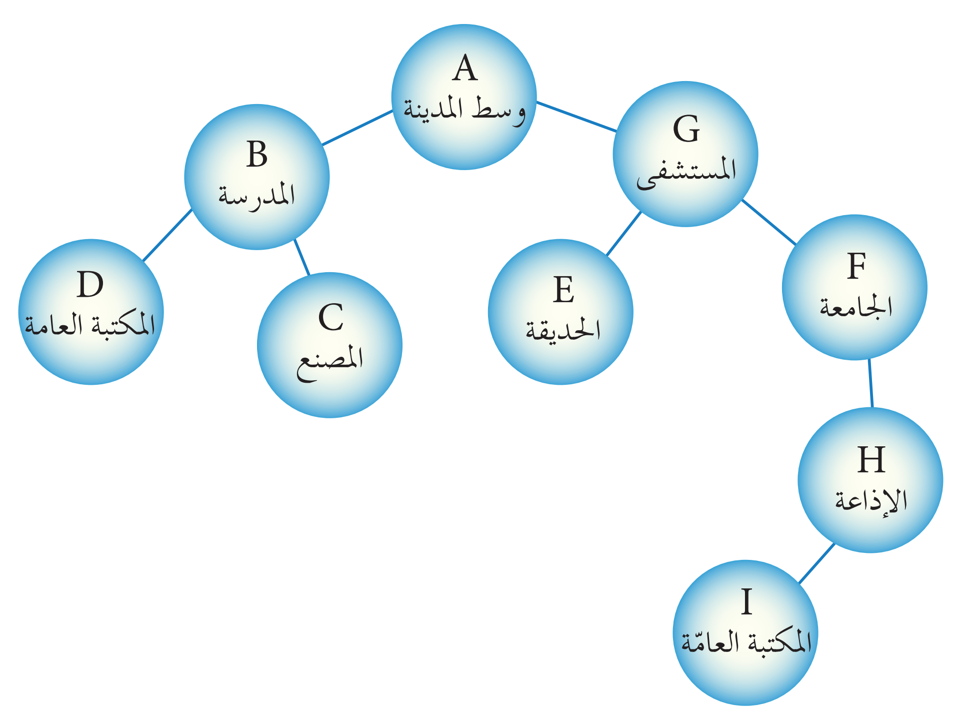
وكيف تُمثّل المشكلات باستخدامها؟

١- **شجرة البحث** (Search Tree)

شجرة البحث هي الطريقة المستخدمة للتعبير عن المسألة (المشكلة) لتسهيل عملية البحث عن الحلول الممكنة من خلال خوارزميات البحث. إلّا أن بعض المشكلات المعقدة يصعب وصفها بهذه الطريقة. تجد شجرة البحث حلًّا محتملًا للمشكلة، عن طريق النظر في البيانات المتاحة بطريقة منظمة تعتمد على هيكلية الشجرة، **وفي ما يأتي توضيح لأهم المفاهيم في شجرة البحث**:

أ - **مجموعة من النقاط أو العقد** (Node): هي النقاط التي تُنظّم بشكل هرمي (مستويات مختلفة). ولتوضيح ذلك؛ انظر الشكل (٢-٢١)، الذي يوضّح خارطة للأماكن الرئيسة في المدينة، ممثلة باستخدام شجرة البحث، فمثلا النقطة (A) في المستوى الأول والنقطتان (B,G) في المستوى الثاني.

تُمثّل كلّ نقطة حالة من حالات فضاء البحث، حيث إن **فضاء البحث** هو الحالات الممكنة جميعها لحلّ المشكلة. فمثلا النقاط (A,B,G,D,C,E,F,H,I) تُمثّل حالات فضاء البحث جميعها للطريق بين وسط المدينة (النقطة A) والمكتبة العامة (النقطة D أو النقطة I).



الشكل (٢-٢١): مثال توضيحي لهيكلية الشجرة.

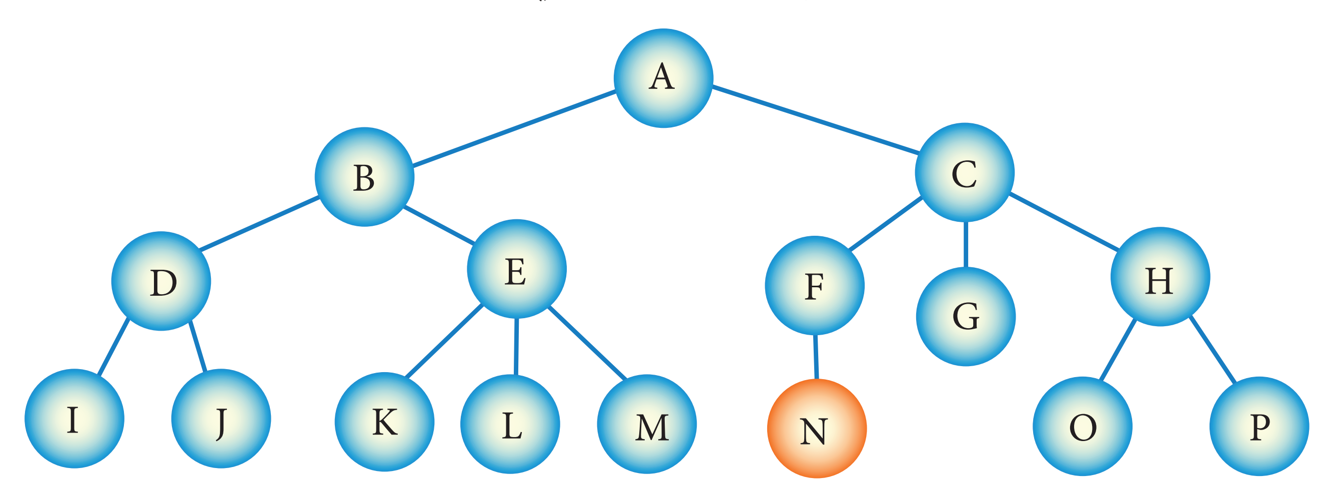
ب - **جذر الشجرة** (Root): هو النقطة الموجودة أعلى الشجرة، وهو الحالة الابتدائية للمشكلة، أي أنها نقطة البداية التي نبدأ منها البحث، في الشكل (٢-٢١) النقطة (A) تُمثّل جذر الشجرة والحالة الابتدائية للمشكلة.

جـ - **الأب** (Parent): هو النقطة التي تتفرّع منها نقاط أخرى، والنقاط المتفرعة منها تُسمّى الأبناء (Children). في الشكل (٢-٢١) تعدّ النقطة (G) هي الأب للنقاط (F,E)، والنقطة (D) تُمثّل الابن للنقطة (B). تُسمّى النقطة التي ليس لديها أبناء النقطة الميتة؛ مثل النقطة (C).

د - **النقطة الهدف أو الحالة الهدف**: هي الهدف المطلوب الوصول إليه أو الحالة النهائية للمشكلة، في الشكل (٢-٢١) الهدف هو الوصول إلى المكتبة العامة؛ لذا، فإنّ النقطة أو الحالة الهدف هي النقطة (D) أو النقطة (I).

هـ - **المسار**: وهو مجموعة من النقاط المتتالية في شجرة البحث مثل (H - F - G). وتُحلّ المشكلة عن طريق اتّباع خوارزمية البحث للوصول إلى المسار الصحيح (مسار الحلّ) من الحالة الابتدائية أو جذر الشجرة إلى الحالة الهدف. فمثلًا، مسار الحلّ في الشكل (٢-٢١) هو (A-B-D)، لاحظ أنه ليس المسار الوحيد للحلّ، ولكنه المسار الأفضل لأنه أقصر مسار.

مثال (١): **تأمّل الشكل (٢-٢٢)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:**



الشكل (٢-٢٢): مثال على شجرة بحث.

أ – عدّد حالات فضاء البحث التي تمثّلها هذه الشجرة.

ب– ما الحالة الابتدائية للمشكلة؟

جـ– ما جذر الشجرة؟

د – اذكر أمثلة على نقاط تحتوي على علاقة (الأب – الأبناء).

هـ – عدّد أمثلة على مسار ضمن الشجرة.

و – اذكر مثالًا على نقطة ميتة.

الحلّ:

أ – حالات الفضاء هي (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P).

ب– الحالة الابتدائية هي (A).

جـ– جذر الشجرة هو (A).

د – النقطة (A) هي الأب للنقطة (B).

النقطة (A) هي الأب للنقطة (C).

هـ – المسار الأول: A – B – E – K .

المسار الثاني: C – H – O

و – من الأمثلة على النقاط الميتة النقطة G.

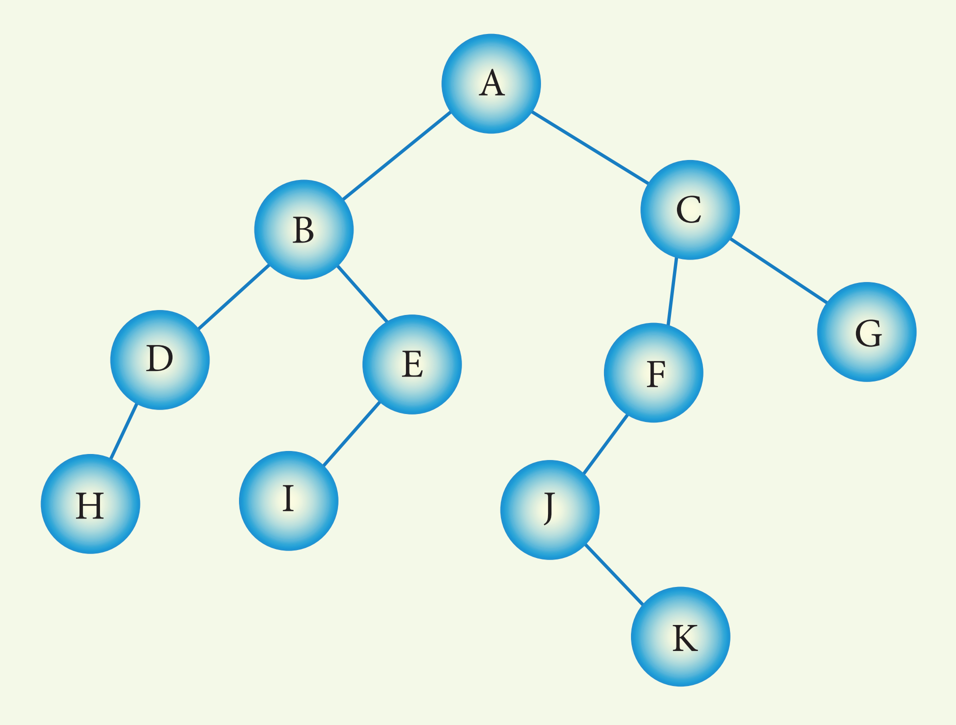
لاحظ

– تكتب حالات فضاء البحث بوضع فواصل بين كل رمز والآخر.

– يكتب مسار الحل ويُقرأ من اليسار إلى اليمين وتوضع إشارة (–) للفصل بين الرموز كما يمكن استخدام أي رمز آخر ما عدا الفاصلة.

نشاط (٢ - ١): شجرة البحث.

تأمّل الشكل الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ – عدّد حالات فضاء البحث التي تمثّلها هذه الشجرة.

ب– ما الحالة الابتدائية للمشكلة؟

جـ– ما جذر الشجرة؟

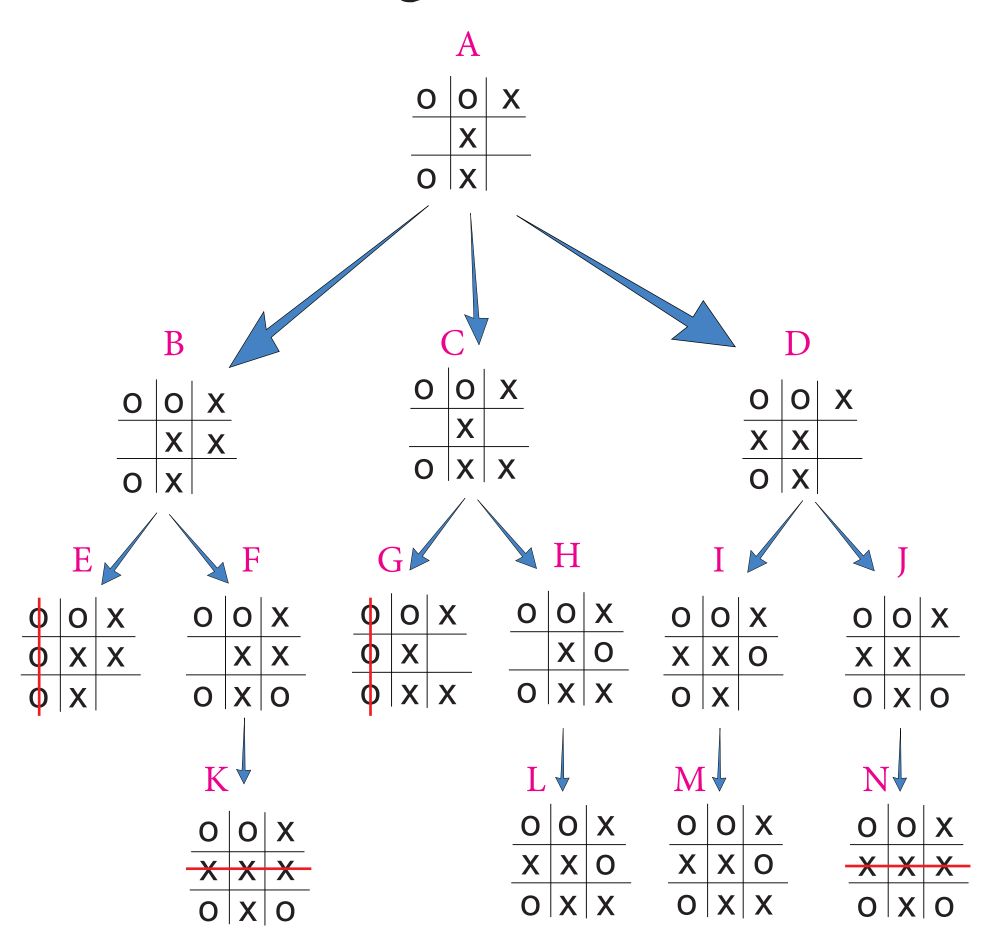
د – عدّد أمثلة على نقاط تحتوي على علاقة (الأب – الأبناء).

هـ – ما المسار بين النقطتين (B) و(H)؟

و – عدّد النقاط الميتة في الشجرة.

مثال (٢): تأمّل الشكل (٢-٢٣)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

علمًا بأن هذا الشكل جزء من شجرة بحث للعبة (X O) بين لاعبين، ويقوم اللاعبان باللعب بالتناوب؛ حيث يقوم اللاعب الأول (الحاسوب) بوضع الحرف (X)، واللاعب الثاني (المستخدم) بوضع الحرف (O).



الشكل (٢-٢٣): جزء من لعبة (X O).

١ – ما النقطة التي تمثّل جذر الشجرة؟

٢ – كم عدد حالات فضاء البحث؟ اذكرها.

٣ – اذكر أمثلة على مسار.

٤ – ما عدد النقاط الميتة؟

٥ – ما الحالة الهدف في هذه الشجرة؟ ولماذا؟

الحلّ:

١ – النقطة التي تمثّل جذر الشجرة هي النقطة (A).

٢ – عدد حالات الفضاء هو ١٤، وهي (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N)

٣ – مثال على مسار : A–B–F–K.

٤ – عدد النقاط الميتة هو ٦ نقاط.

٤ – الحالة الهدف هي الحالة التي تُمثّل الفوز باللعبة. ومن ثمّ، فإن النقاط (K,N) تُمثّل فوز الحاسوب، والنقاط (G، E) تُمثّل حالة الفوز للمستخدم.

ثانيًا أنواع خوارزميات البحث

يوجد الكثير من آليات وطرائق البحث في الذكاء الاصطناعي، وتختلف خوارزميات البحث حسب الترتيب الذي تختار فيه النقاط في شجرة البحث في أثناء البحث عن الحالة الهدف.

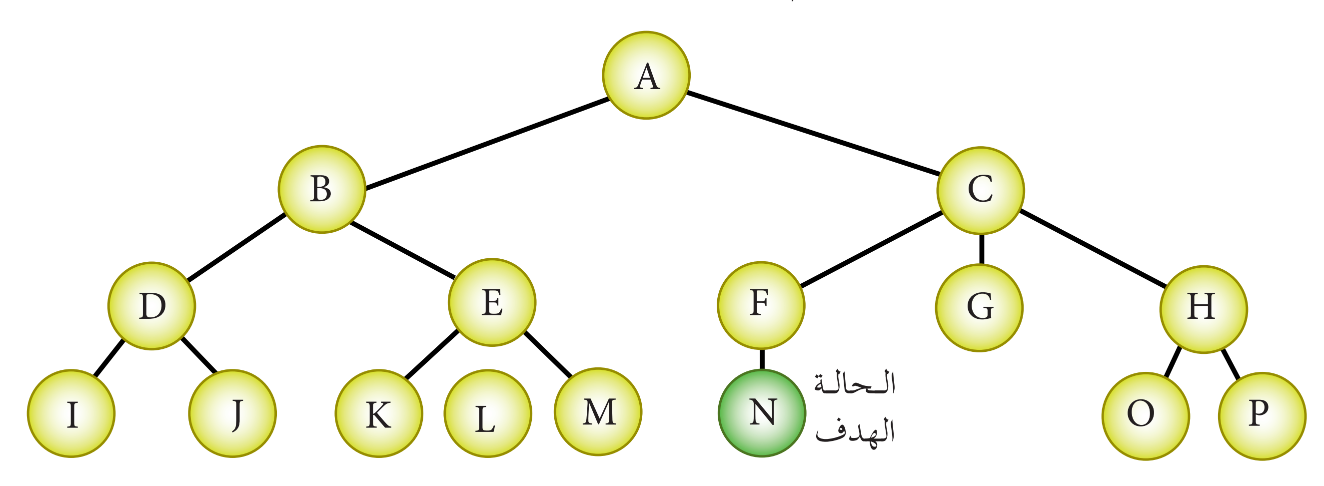
وهذه الخوارزميات لا تمتلك أي معلومات مسبقة عن المسألة التي ستقوم بحلّها، وتستخدم إستراتيجية ثابتة للبحث، بحيث تُفحص كلّ حالات الفضاء واحدة تلو الأخرى، لمعرفة إذا كانت مطابقة للهدف المطلوب أم غير مطابقة. فالشيء الوحيد الذي يمكن لهذه الخوارزميات القيام به، هو التمييز بين حالة غير الهدف من حالة الهدف.

وتوجد عدة أنواع لخوارزميات البحث مثل: خوارزمية البحث في العمق أولاً وخوارزمية البحث في العرض أولاً والخوارزمية الحدسية، وستتعرّف في ما يأتي خوارزمية البحث في العمق أولاً.

١ – خوارزمية البحث في العمق أولًا (Depth First Search Algorithm)

تأخذ خوارزمية البحث في العمق أولًا (والتي تُسمّى أيضا البحث الرأسي) المسار أقصى اليسار في شجرة البحث وتفحصه بالاتجاه إلى الأمام، حتى تصل إلى نقطة ميتة. وفي حالة الوصول إلى نقطة ميتة، تعود إلى الخلف إلى أقرب نقطة في الشجرة يكون فيها تفرّع آخر لم يُفحص، ويختبر ذلك المسار حتى نهايته، ثم تكرّر العمليّة للوصول إلى النقطة الهدف.

مثال (١): **تأمّل الشكل (٢-٢٤)، ثمّ أجب عن السؤال الذي يليه؟**



الشكل (٢-٢٤): مثال على شجرة بحث.

- ما مسار البحث عن النقطة الهدف (N) باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا؟

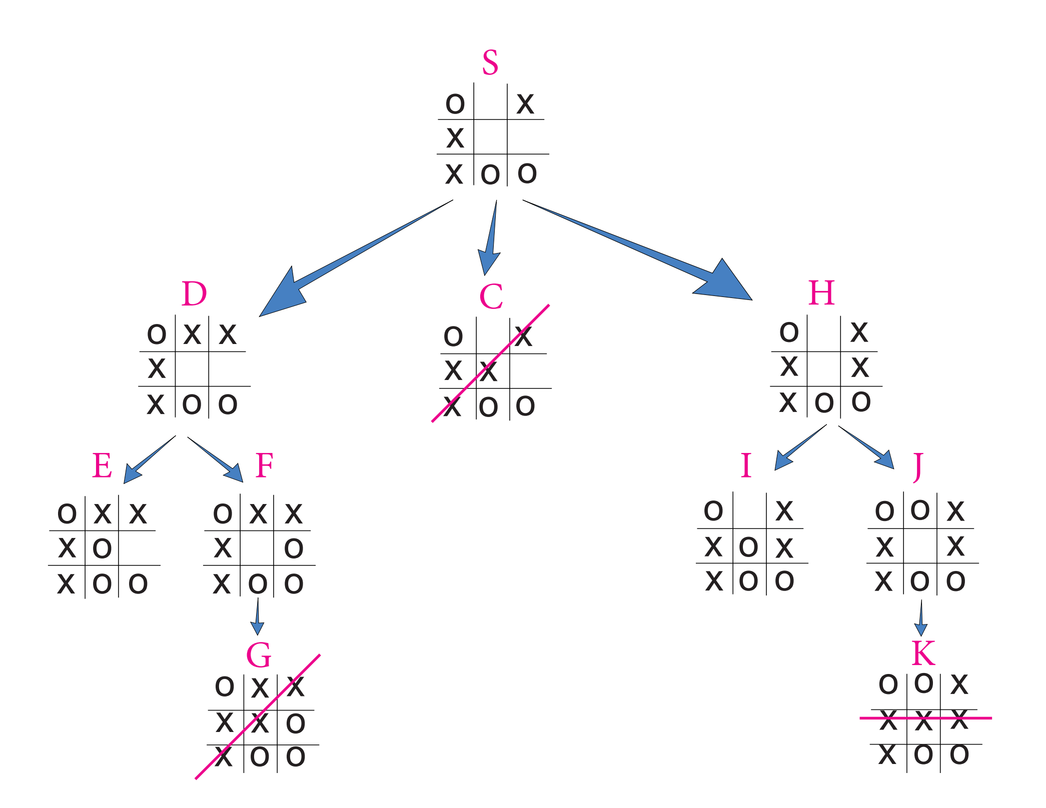
الحلّ: لإيجاد مسار البحث عن الحالة الهدف (N) باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا، نتبع الآتي:

تبدأ عملية البحث في **خوارزمية البحث في العمق أولاً** من الحالة الابتدائية أو جذر الشجرة (A)، ثم نختار المسار في أقصى اليسار(B) ثم (D) ثم (I) ونقارن كلّ نقطة أو حالة مع النقطة الهدف (N). بعد الوصول إلى نقطة (I) التي تُعدّ نقطة ميتة (لأنه لا يوجد لها نقاط فرعية)، نرجع إلى الخلف إلى النقطة السابقة (D). لاحظ أنه تم فحص النقطة (D) سابقًا؛ لذا، لا تُكرّر هذه النقطة في مسار البحث. عند النقطة (D) يوجد نقاط فرعية لم يتم فحصها أو اختبارها، فتتم عملية تتبع هذا المسار للنقطة (J) فنصل إلى نقطة ميتة، فنرجع مرة أخرى إلى الخلف إلى النقطة (D)، والتي اختُبرت جميع مساراتها، فنرجع مرة أخرى إلى الخلف إلى النقطة (B)، حيث نجد أن نقطة (E) لـم تُختبر. وبعد ذلك نختار المسار أقصى اليسار فنصل إلى النقطة (K) التي تعدّ نقطة ميتة، فنرجع إلى الخلف. ثم نُكرّر هذه العملية إلى أن نصل إلى النقطة الهدف. وبناءً على ما سبق، فإن مسار البحث عن الحلّ باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا، هي:

A–B–D–I–J–E–K–L–M–C–F–N

لاحظ أنّ خوارزمية البحث توقّفت عند الوصول إلى النقطة الهدف، ولم تقم بالمرور أو فحص النقاط G,H,O,P.

مثال (٢): تأمّل الشكل، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ – جد مسار البحث عن الحالة الهدف في شجرة البحث؛ باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا، علمًا بأن الهدف هو فوز اللاعب (X).

ب– هل يوجد مسار آخر للحل؟ ما هو؟ وهل يمكن الوصول إليه باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا؟

الحلّ:

أ – مسار البحث عن الهدف؛ باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا هو:

(S–D–E–F–G)

ب– يوجد مساران آخران للحل، هما:

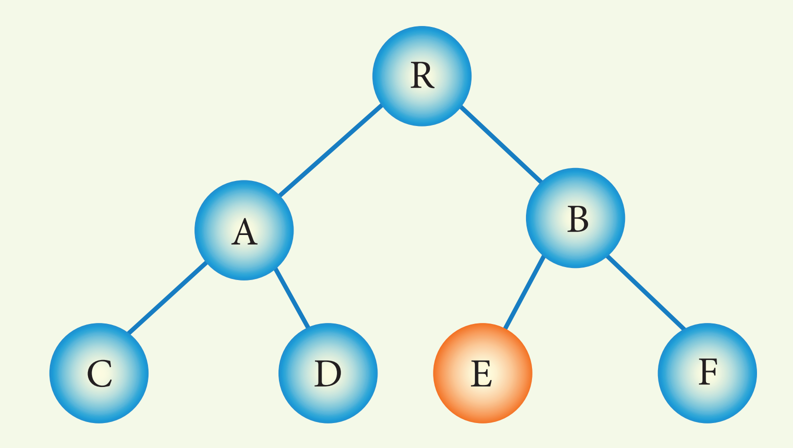
١ . (S – C)

٢ . (S – H – J – K)

ولا يمكن الوصول إليها باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا.

نشاط (٢ - ٢): استخدام خوارزمية البحث بالعمق أولًا.

تأمّل الشكل الآتي، ثم أجب عن السؤال الذي يليه:



- جد مسار البحث عن الحالة الهدف باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا، علمًا بأن E هي الحالة الهدف.

أسئلة الفصل

١ – ما المقصود بكلٍّ من:

أ – خوارزميات البحث. ب – الحالة الابتدائية.

جـ – المسار.

٢ – أي العبارات الآتية صحيحة، وأيّها خطأ؟

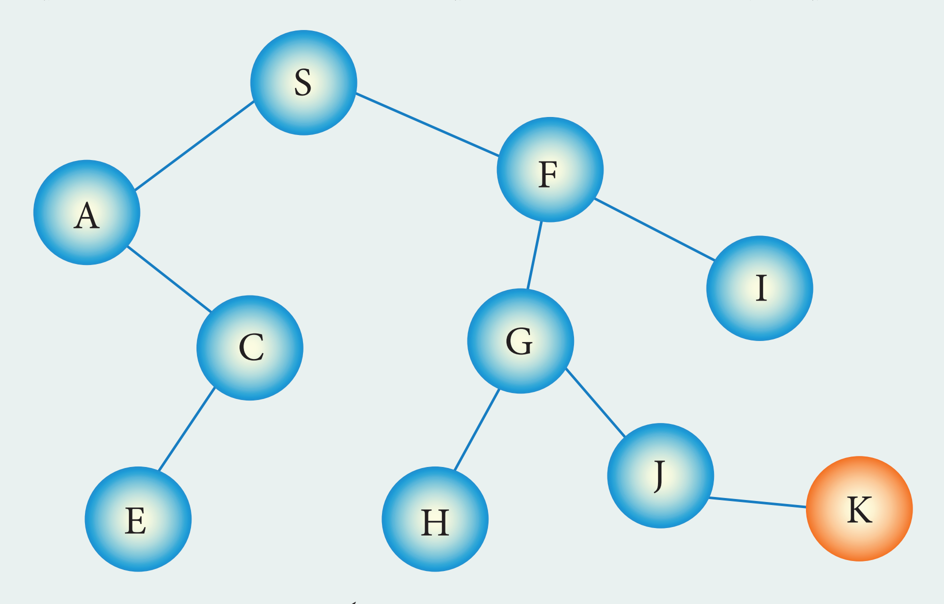
أ – تعدّ خوارزميات البحث، من طرائق حلّ المشكلات في الذكاء الاصطناعي. ( )

ب– تستخدم خوارزمية البحث في العمق أولًا، معلومات مسبقة عن المشكلة المطلوب حلها في عملية البحث. ( )

جـ– النقطة الميتة هي النقطة الهدف. ( )

د – الحالة الابتدائية تُمثّل جذر الشجرة. ( )

٣ – تأمّل الشكل الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه، علمًا بأن النقطة (K) هي الحالة الهدف:



أ – حدّد جذر الشجرة. ب– اذكر مثالًا على مسار.

جـ– اذكر مثالًا على نقطة ميتة. د – عدّد الأبناء للنقطة (C).

هـ– ما مسار البحث عن الحالة الهدف؛ باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا؟

أسئلة الوحدة

١ – حدّد المصطلح المناسب لكلٍّ من الجمل الآتية:.

أ – الطريقة المستخدمة للتعبير عن المسألة لتسهيل عملية البحث عن الحلول الممكنة عن طريق خوارزميات البحث. (   )

ب– آلة (إلكترو – ميكانيكية) تُبرمج بوساطة برامج حاسوبية خاصة للقيام بالكثير من الأعمال الخطرة الشاقة والدقيقة. (   )

جـ– الجزء النهائي من الروبوت الذي ينفّذ المهمة التي يصدرها الروبوت، ويعتمد شكله على طبيعة المهمة. (   )

٢ – صنّف الآتي إلى إحدى صفات الروبوت (استشعار، تخطيط ومعالجة، استجابة).

أ – تغيير الروبوت لمساره بسبب وجود عائق.

ب– التقاط ضوء يدل على وجود جسم قريب من الروبوت.

جـ– دوران الروبوت ٤٠° لليمين؛ لأنه مبرمج على ذلك.

٣ – اذكر وظيفة واحدة لكلٍّ من:

أ – الذراع الميكانيكية.

ب– محرّك الاستدلال.

جـ– المتحكّم.

د – واجهة المستخدم في النظام الخبير.

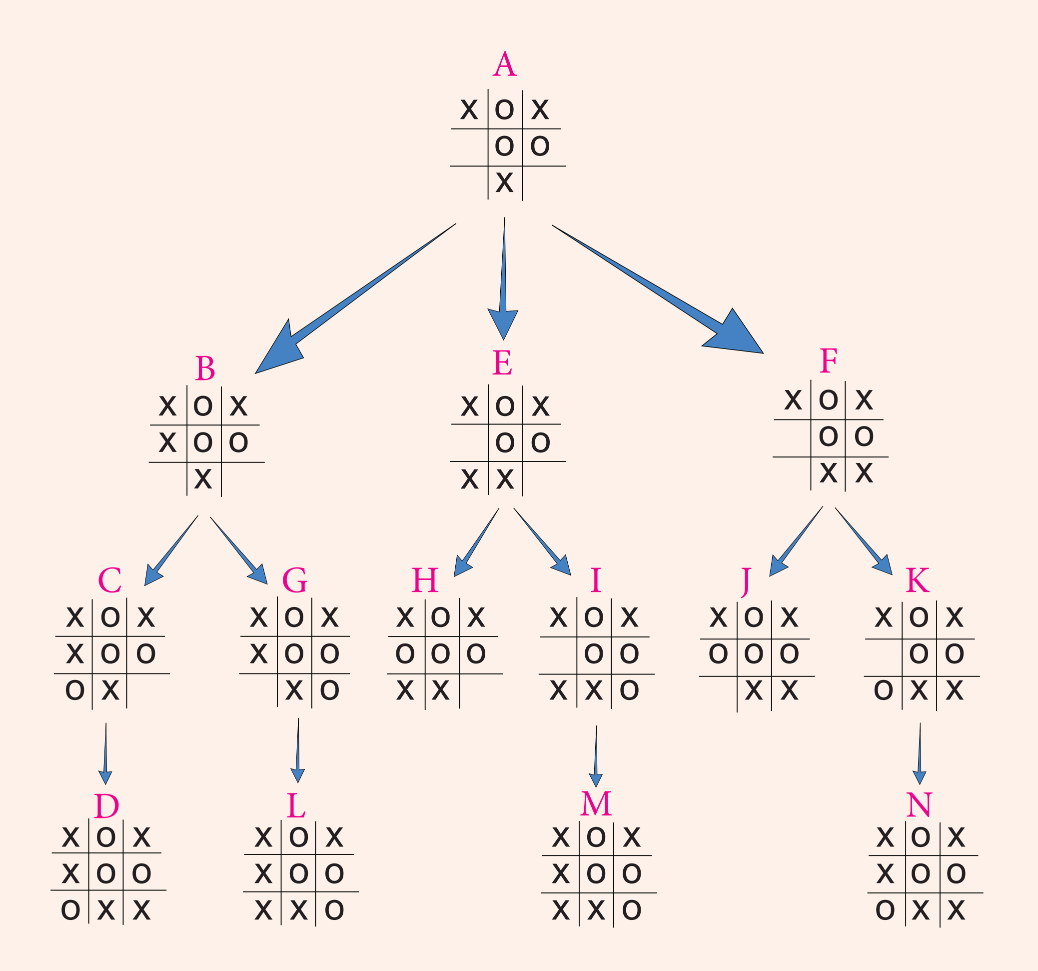
٤ – عدّد محدّدات الأنظمة الخبيرة.

٥ – علّل ما يأتي:

– لا يمكن أن تحلّ النظم الخبيرة مكان الإنسان الخبير نهائيًّا.

– استخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا، لا يعطي المسار الأقصر للحلّ دائمًا.

٦ – تأمّل الشكل، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه، علمًا بأن الهدف هو فوز اللاعب (X):



أ – كم عدد حالات فضاء البحث؟ اذكرها.

ب– ما جذر الشجرة؟

جـ– عدّد النقاط الميتة.

د – ما مسار البحث عن الحالة الهدف؛ باستخدام خوارزمية البحث في العمق أولًا ؟

تقويم ذاتي

بناءً على ما درسته في هذه الوحدة، قيّم نفسك ذاتيًا؛ بتعبئة قائمة الرصد المذكورة في الجدول الآتي:

الرقم	المهـــارة	درجة الإتقان	
		نعم	لا
١	أُعرّف مفهوم الذكاء الاصطناعي، وأعدّد أهدافه.		
٢	أُعدّد ميزات برامج الذكاء الاصطناعي، وبعض تطبيقاته.		
٣	أُعرّف الروبوت؛ مكوّناته، وصفاته وأنواعه وفوائده.		
٤	أُصنّف الروبوتات حسب التطبيقات والخدمات التي تقدّمها، أو حسب حركتها.		
٥	أُميّز الحسّاسات الخاصة بالروبوت، وأُحدّد وظائفها.		
٦	أُعرّف مفهوم النظم الخبيرة، ومكوّناتها ووظائفها، ومزاياها، ومحدّداتها.		
٧	أُحدّد أنواع المشكلات التي تحتاج إلى النظم الخبيرة.		
٨	أُعرّف مفهوم خوارزميات البحث.		
٩	أُعرّف شجرة البحث.		
١٠	أُعدّد أنواع خوارزميات البحث.		
١١	أُطبّق خوارزمية البحث في العمق أولًا؛ لإيجاد مسار الحلّ عن الحالة الهدف.		

الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الثالثة

٣ الأساس المنطقي للحاسوب والبوّابات المنطقية

Logical Gates

درست في الصف الحادي عشر التعابير العلائقية والتعابير المنطقية، وتعرّفت المعاملات المنطقية And,Or,Not. فأصبحت قادرًا على كتابة جدول الحقيقة للمعاملات المنطقية، وإيجاد ناتج التعبير المنطقي. وستتعرّف في هذه الوحدة مفهوم البوابات المنطقية وأنواعها، وآلية عملها، وأساسيات الجبر المنطقي.



النتاجات

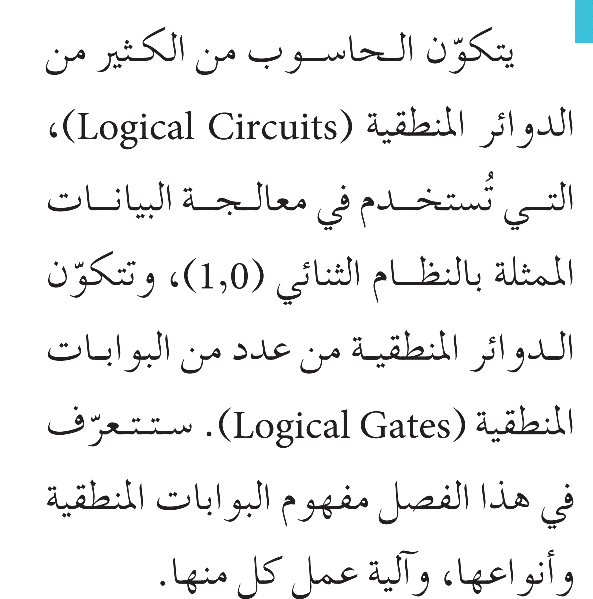
يتوقّع من الطالب بعد نهاية هذه الوحدة، أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف البوابات المنطقية؛ أنواعها، وآلية عملها.
- يُميّز رموز البوابات المنطقية.
- يكتب جداول الحقيقة للبوابات المنطقية.
- يتتبّع ناتج البوابات المنطقية.
- يُمثّل العبارات الجبريّة المنطقية؛ باستخدام البوابات المنطقية.
- يكتب جداول الحقيقة للعبارات المنطقية المكوّنة من متغيّرين على الأكثر.
- يجد ناتج العبارات المنطقية، التي تتكوّن من البوابات المنطقية الأساسية.
- يجد ناتج العبارات المنطقية، التي تتكوّن من بوابات منطقية مشتقة من النوع نفسه.
- يرسم البوابات والدوائر المنطقية الأساسية والمشتقة، التي تدخل في تركيب الأنظمة الحاسوبية.
- يتعرّف مفهوم الجبر المنطقي (البوولي).
- يُمثّل العبارات المنطقية؛ باستخدام التعابير الجبرية المنطقية.
- يجد ناتج التعابير الجبرية المنطقية.

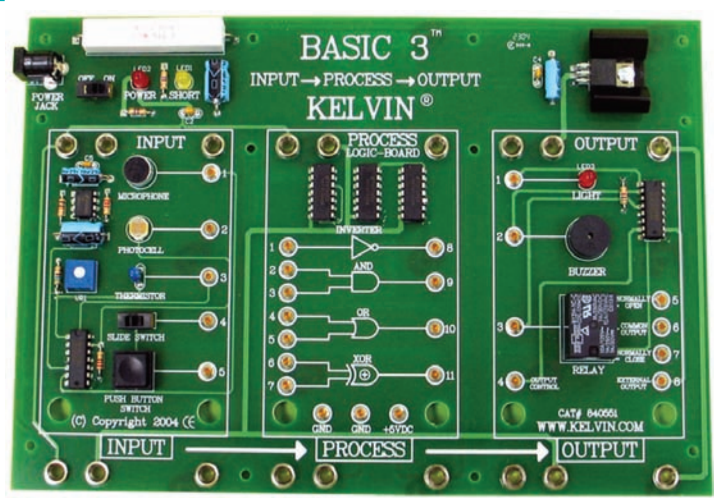
الفصل الأول

١

البوابات المنطقية

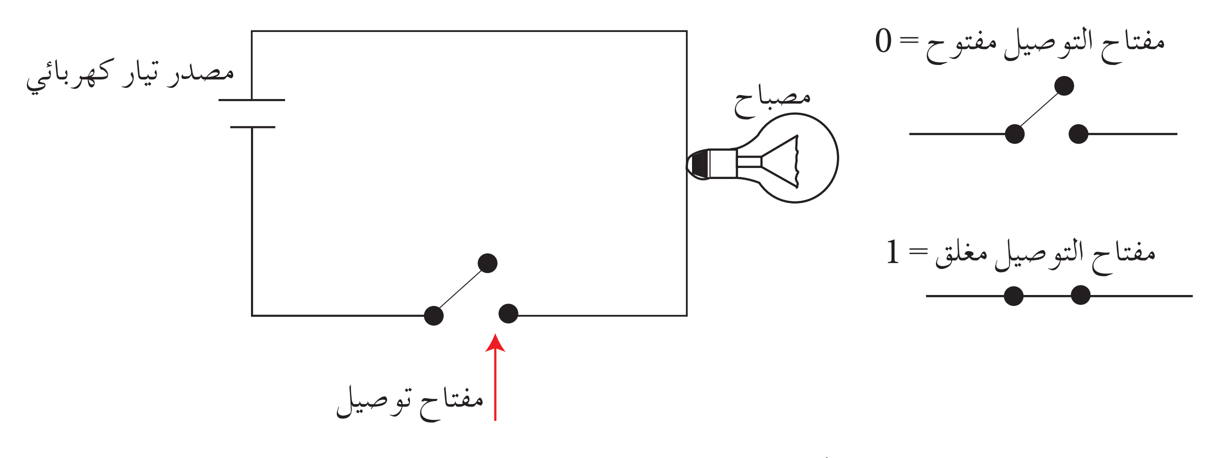


يتكوّن الحاسوب من الكثير من الدوائر المنطقية (Logical Circuits)، التي تُستخدم في معالجة البيانات الممثلة بالنظام الثنائي (1,0)، وتتكوّن الدوائر المنطقية من عدد من البوابات المنطقية (Logical Gates). ستتعرّف في هذا الفصل مفهوم البوابات المنطقية وأنواعها، وآلية عمل كل منها.



أولًا مفهوم البوابات المنطقية

البوابة المنطقية دارة إلكترونية بسيطة، تقوم بعملية منطقية على مدخل واحد أو أكثر، وتنتج مخرجًا منطقيًّا واحدًا، وتُستخدم في بناء معالجات الأجهزة الإلكترونية والحواسيب، وتعتمد البوابات المنطقية في عملها على مبدأ الصواب أو الخطأ، أو ما يُسمّى رقميًّا 1 أو 0 (رموز النظام الثنائي)، وهذا هو المبدأ الاساسي المستخدم في مدخلات هذه البوابات، والذي يتحكّم بمخرجات الدوائر المنطقية. وأقرب مثال على ذلك، الدارة الكهربائية البسيطة التي تحتوي مصباحًا كهربائيًا ومفتاح توصيل، فعند غلق الدارة بوساطة المفتاح يضيء المصباح، وتُمثّل الحالة بالرمز الثنائي(1)، وعند فتح الدارة بوساطة المفتاح؛ ينطفئ المصباح، وتُمثّل هذه الحالة بالرمز الثنائي (0)، انظر الشكل (٣-١).



الشكل (٣–١): دارة كهربائية بسيطة.

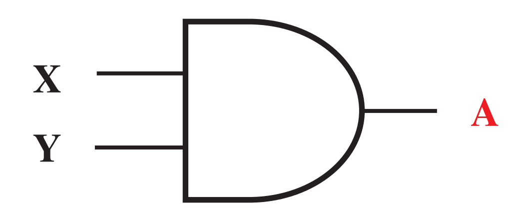
ثانيًا أنواع البوابات المنطقية

تُقسم البوابات المنطقية إلى البوابات المنطقية الأساسية، وتضم بوابات NOT ، OR ، AND، والبوابات المنطقية المشتقة ومنها بوابات (NAND) و (NOR).

وفي ما يأتي توضيح للبوابات المنطقية الأساسية:

١ – البوابة المنطقية AND:

تُعدّ واحدة من البوابات المنطقية الأساسية، التي تدخل في بناء معظم الدوائر المنطقية، ولها مدخلان ومخرج واحد، وتُسمّى «و» المنطقية، ويُرمز لها بالرمز المبيّن في الشكل (٣–٢)، حيث يُشير X و Y إلى مداخل البوابة. و A مخرج البوابة، ويُعبّر عنها بالعبارة المنطقية A = X AND Y.



الشكل (٣–٢): رمز البوابة المنطقية AND.

تعطي بوابة AND مخرجًا قيمتة (1) إذا كانت قيمة المداخل جميعها 1 فقط، وتعطي مخرجًا قيمته (0) إذا كانت قيمة أي من المدخلين أو كلاهما (0)، ويُمثّل الجدول (٣-١) جدول الحقيقة للبوابة المنطقية AND.

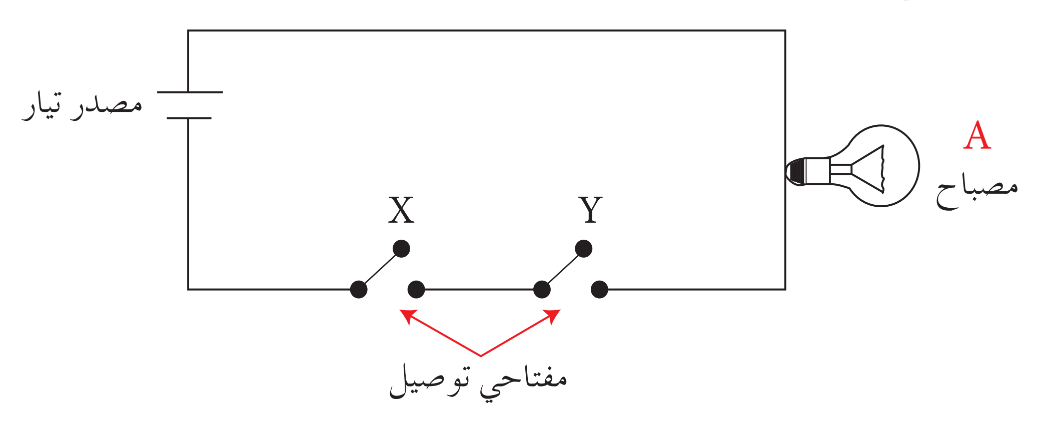
الجدول (٣-١): جدول الحقيقة للبوابة المنطقية AND

X	Y	A = X AND Y
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

تعلّم

جدول الحقيقة تمثيل لعبارة منطقية يُبيّن الاحتمالات المختلفة للمتغيّرات المكوّنة للعبارة المنطقية، ونتيجة هذه الاحتمالات، فعدد الاحتمالات في الجدول يساوي 2^n حيث إن n تُمثّل عدد المتغيّرات في العبارة المنطقية، وكلّ متغيّر يأخذ قيمتين إما (0) أو (1). مثلًا، يحتوي جدول الحقيقة للعبارة المنطقية X AND Y على أربعة احتمالات (2^2).

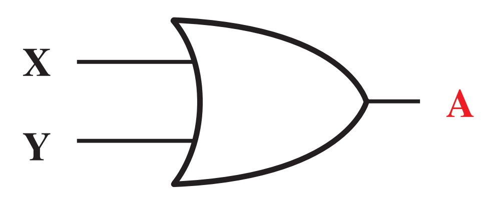
تستطيع تصميم دارة كهربائية تُمثّل البوابة المنطقية AND بمفتاحي توصيل في وضعية **التوالي**، بحيث يضيء المصباح عندما يكون كِلا المفتاحين في حالة إغلاق فقط، انظر الشكل (٣-٣).



الشكل (٣-٣): دارة كهربائية تُمثّل البوابة المنطقية AND.

٢ – البوابة المنطقية OR:

تعدّ واحدة من البوابات المنطقية الأساسية التي تدخل في بناء معظم الدوائر المنطقية، ولها مدخلان ومخرج واحد، تُسمّى «أو» المنطقية، ويُرمز لها بالرمز المبيّن في الشكل (٣–٤)، حيث يُشير X و Y إلى مداخل البوابة و A إلى مخرج البوابة، ويُعبّر عنها بالعبارة المنطقية A = X OR Y.



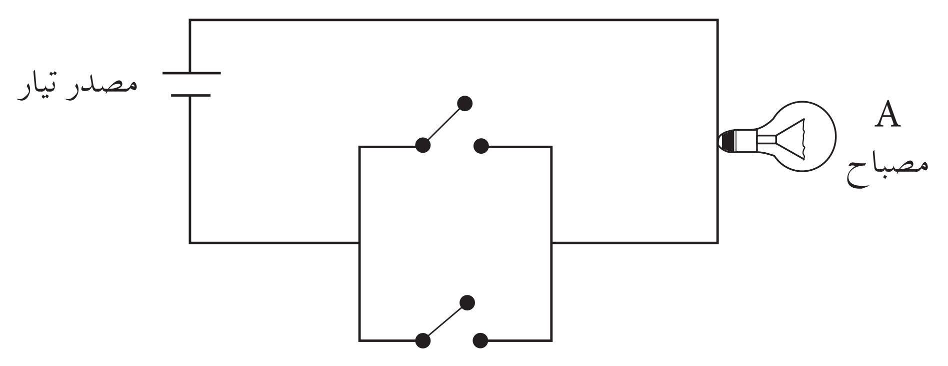
الشكل (٣–٤): رمز البوابة المنطقية OR.

تعطي بوابة OR مخرجًا قيمته (1)، إذا كانت قيمة أي من المدخلين أو كلاهما (1)، وتعطي مخرجًا قيمته (0) إذا كانت قيمة كِلا المدخلين (0)، ويُمثّل الجدول (٣–٢) جدول الحقيقة للبوابة المنطقية OR.

الجدول (٣–٢): جدول الحقيقة للبوابة المنطقية OR.

X	Y	A = X OR Y
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

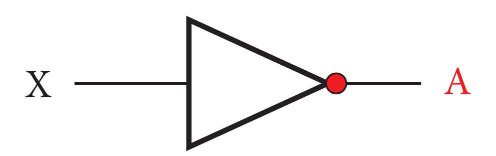
تستطيع تصميم دارة كهربائية تُمثّل البوابة المنطقية OR بمفتاحي توصيل في وضعية **التوازي**، حيث إن المصباح يضيء عندما يكون أي من المفتاحين أو كلاهما في حالة إغلاق، انظر الشكل (٣–٥).



الشكل (٣-٥): دارة كهربائية تُمثّل البوابة المنطقية OR.

٣ - البوابة المنطقية NOT:

تُعدّ واحدة من البوابات المنطقية الأساسية التي تدخل في بناء معظم الدوائر المنطقية، ولها مدخل واحد فقط ومخرج واحد، ويُطلق عليها العاكس (Inverter)، أي أنها تُغيّر القيمة المنطقية للمدخل إلى عكسه، فإذا كانت قيمة المدخل (1) فإنّ قيمة المخرج (0)، وإذا كانت قيمة المدخل (0) فإنّ قيمة المخرج (1). ويُرمز لها بالرمز المبيّن في الشكل (٣-٦)، حيث يُشير (X) إلى مدخل البوابة و (A) إلى مخرج البوابة، ويُعبّر عنها بالعبارة المنطقية A = NOT X.



الشكل (٣-٦): رمز البوابة المنطقية NOT.

ويُمثّل الجدول (٣-٣) جدول الحقيقة للبوابة المنطقية NOT.

الجدول (٣-٣): جدول الحقيقة للبوابة المنطقية NOT.

X	A = NOT X
1	0
0	1

نشاط (٣ - ١): البوابات المنطقية الأساسيّة.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، نفّذ الآتي:

أ – جد ناتج كلٍّ من البوابات المنطقية الآتية:

ب– حدّد قيم (Z) المحتملة في كلٍّ من البوابات الآتية:



ثالثًا إيجاد ناتج العبارات المنطقية المركّبة

تضم العبارات المنطقية المركّبة أكثر من بوابة منطقية، وفي هذه الحالة يجب تطبيق قواعد الأولوية لإيجاد ناتج العبارات المنطقية المركّبة، وتمثيلها باستخدام البوابات المنطقية، وحسب التسلسل الآتي:

١ – في حالة وجود الأقواس (   )، تنفّذ العمليات التي بداخلها أولًا.

٢ – البوابة المنطقية NOT.

٣ – البوابة المنطقية AND.

٤ – البوابة المنطقية OR.

٥ – في حالة التكافؤ في الأولوية، تنفّذ من اليسار إلى اليمين.

والأمثلة الآتية توضح طريقة إيجاد ناتج التعابير المنطقية التي تحتوي على أكثر من بوابة منطقية، مع توضيح الأولوية في حلّ هذه التعابير.

مثال (١): **جد ناتـج العبارة المنطقية** 1 OR 0 AND 1.

الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

1 OR 0 AND 1

1 OR 0

1

مثال (٢): **جد ناتج العبارة المنطقية** A AND NOT B OR C **علمًا بأنّ:** A = 1 ، B = 0 ، C = 0

الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

A AND NOT B OR C

1 AND NOT 0 OR 0

1 AND 1 OR 0

1 OR 0

1

مثال (٣): جد ناتج العبارة المنطقية NOT A AND (NOT B OR C) علمًا بأنّ:
A = 0 ، B =1 ، C = 0.

الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

NOT A AND (NOT B OR C)

NOT 0 AND (NOT 1 OR 0)

NOT 0 AND (0 OR 0)

NOT 0 AND 0

1 AND 0

0

لاحظ أنه يجب تعويض قِيَم المتغيّرات المنطقية أولًا، ثم تتبع تسلسل التنفيذ بتطبيق قواعد الأولوية، وأن عدد الخطوات بعد تعويض قِيَم المتغيّرات المنطقية يساوي عدد البوابات المنطقية في العبارة المنطقية. مثلًا، تحتوي العبارة المنطقية في المثال (٣) على أربع بوابات منطقية، وعدد خطوات الحلّ بعد تعويض قِيَم المتغيّرات تساوي أربع خطوات.

نشاط (٣ - ٢): إيجاد ناتج العبارات المنطقية المركّبة.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد ناتج العبارات المنطقية إذا كانت A = 0 ، B =1 ، C =1 ، D = 0.

- A AND B OR NOT C
- A OR B AND (C AND NOT D)
- (A OR NOT B) AND (NOT C AND D)
- NOT (NOT (A AND B) OR C AND D)

نشاط (٣ - ٣): جدول الحقيقة.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اكتب جدول الحقيقة للعبارات المنطقية الآتية.

- A OR NOT B
- NOT (A AND NOT B)



تمثيل العبارات المنطقية المركّبة باستخدام البوابات المنطقية

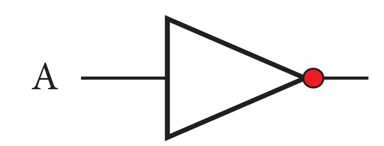
عند تمثيل العبارة المنطقية باستخدام البوابات المنطقية، يجب تطبيق قواعد الأولوية التي تم ذكرها سابقًا، انظر المثال الآتي:

مثال (١): **مثّل العبارة المنطقية** X = NOT A AND B **باستخدام البوابات المنطقية، ثم جد الناتج إذا كانت** A = 0 , B = 0.

الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

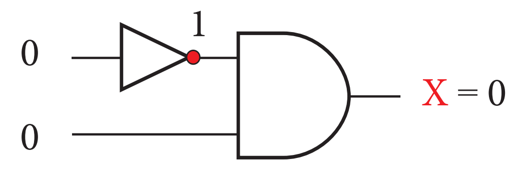
أ – مثّل NOT A. (الأولوية تكون للبوابة NOT، حسب قواعد الأولوية).



ب– اجعل مخرج الشكل السابق مدخلًا في بوابة AND (لأن أولوية AND تلي أولوية NOT) كالآتي:

A
B
X

جـ– ضع القِيَم على الشكل النهائي، ما يُمكّننا وبسهولة من معرفة الناتـج (قيمة X):



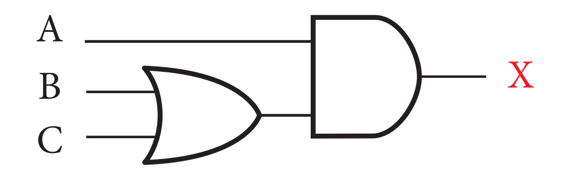
نشاط (٣ - ٤): تـمثيل العبارات المنطقية المركّبة.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، مثّل العبارات المنطقية الآتية باستخدام البوابات المنطقية، ثم جد الناتـج النهائي، إذا كانت D = 0 C = 1 B = 0 A = 1.

- NOT A OR NOT B
- A OR NOT B AND C
- A AND NOT (B OR NOT C)
- NOT (A AND B) OR C AND D

عند كتابة العبارة المنطقية التي تُمثّلها البوابات المنطقية، يجب البدء من اليسار إلى اليمين، مع مراعاة قواعد الأولوية، فإذا أردت تنفيذ OR قبل AND ؛ فإنه يجب عليك وضعها بين أقواس كما في المثال الآتي:

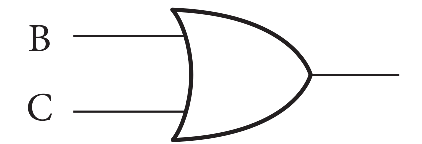
مثال (٢): اكتب العبارة المنطقية التي تُمثّلها البوابات المنطقية الآتية:



الحلّ:

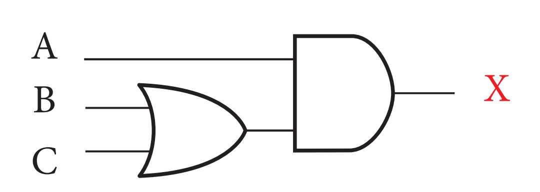
اتبع الخطوات الآتية:

أ – اكتب العبارة المنطقية للبوابة OR (لأنها البوابة الأولى من اليسار) كالآتي: (B OR C)



ب– اكتب العبارة المنطقية للبوابة AND باستخدام العبارة المنطقية في الخطوة السابقة (B OR C) مدخلًا لها كالآتي:

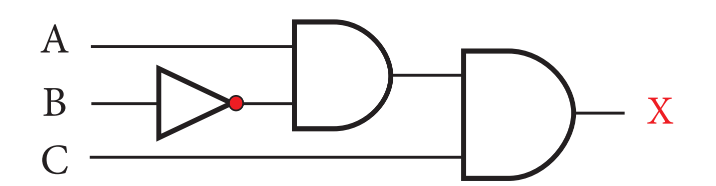
(B OR C) AND A



وبما أن المخرج النهائي للبوابات المنطقية هو (X)، فإن:

X = (B OR C) AND A

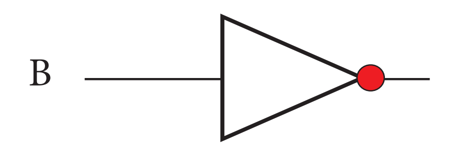
مثال (٣): اكتب العبارة المنطقية التي تُـمثّلها البوابات المنطقية الآتية:



الحلّ:

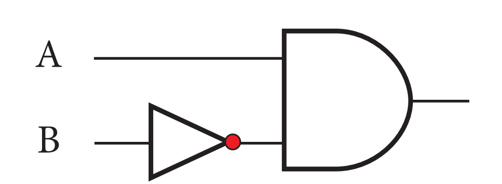
اتبع الخطوات الآتية:


أ – اكتب العبارة المنطقية للبوابة NOT كالآتي: NOT B



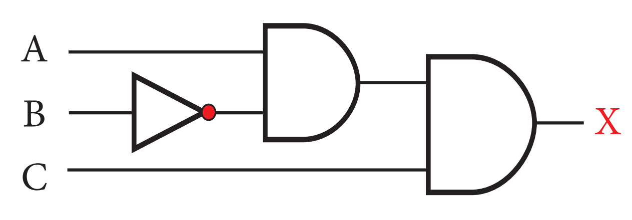
ب– اكتب العبارة المنطقية للبوابة AND الأولى من اليسار. وذلك باستخدام العبارة المنطقية في الخطوة السابقة، مدخلًا لها كالآتي:

NOT B AND A



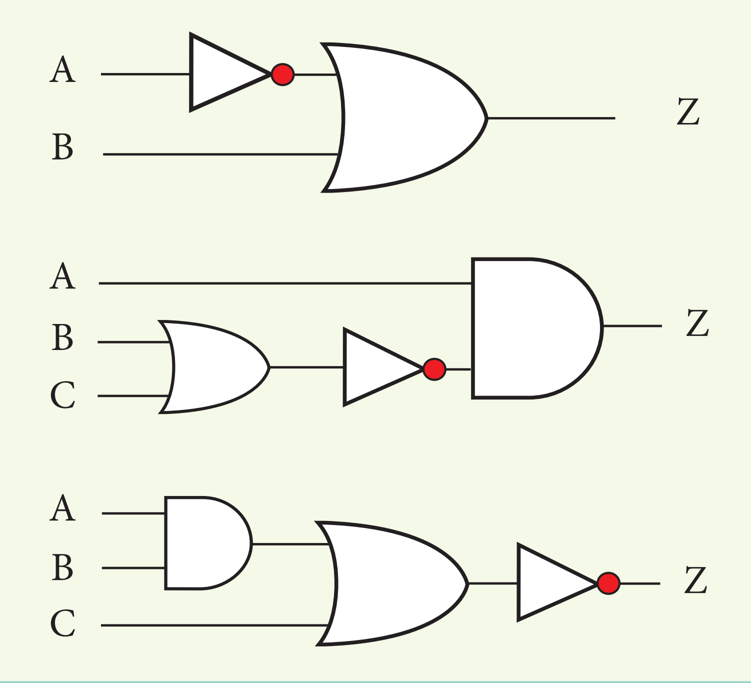
جـ– اكتب العبارة المنطقية للبوابة AND الثانية وذلك باستخدام العبارة المنطقية السابقة، مدخلًا لها كالآتي:

X = NOT B AND A AND C

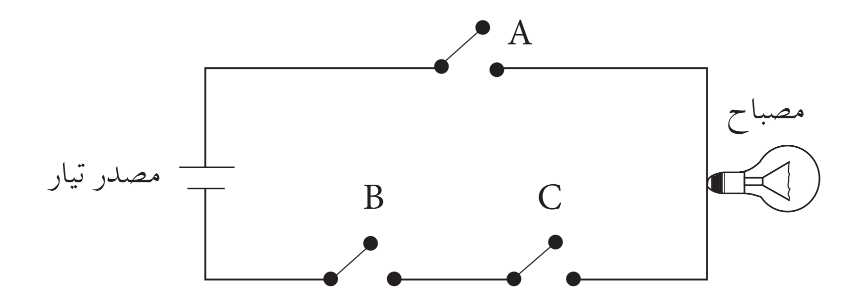


نشاط (٣ - ٥): كتابة العبارات المنطقية.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اكتب العبارات المنطقية التي تُمثّلها البوابات المنطقية الآتية:



مثال (٤): اكتب العبارة المنطقية التي تُـمثّلها الدارة الكهربائية الآتية:



الحلّ:

أ – اكتب العبارة المنطقية لمفتاحي التوصيل B و C كما يأتي (لاحظ أنّهما في حالة توالي):



B AND C

ب–بما أنّ المفتاح (A) موصول على التوالي مع المفتاحين (C و B)، فإنّ العبارة المنطقية التي تمثّل هذه الدارة، هي:

B AND C AND A

١ – ما المقصود بكلٍّ مما يأتي:

أ – المعامل المنطقي.

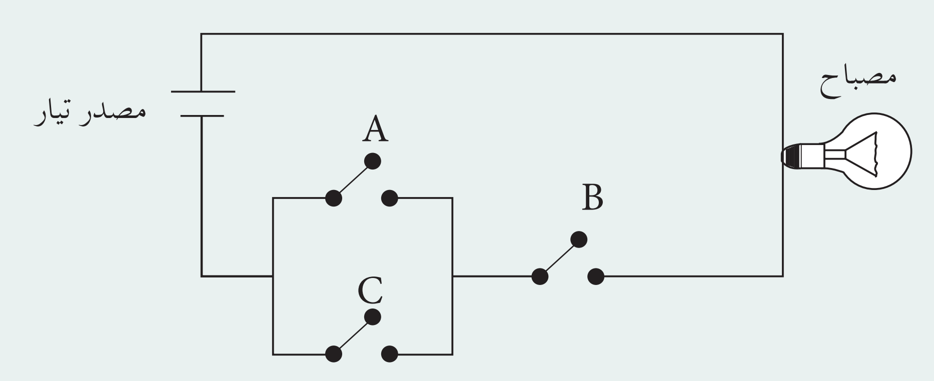
ب– العبارة المنطقية.

جـ– البوابة المنطقية.

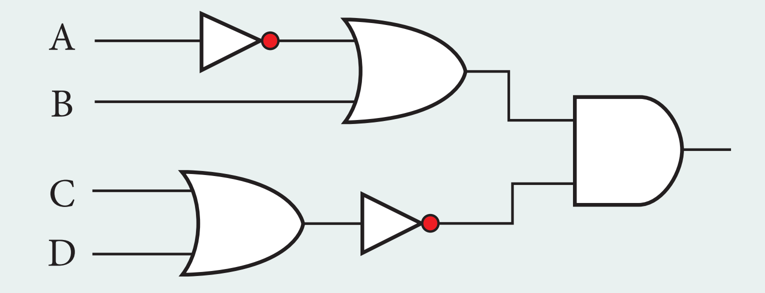
د – جدول الحقيقة.

٢ – عدّد أنواع البوابات المنطقية الأساسية، وارسم رمز كلٍّ منها.

٣ – اكتب العبارة المنطقية التي تُمثّلها الدارة الكهربائية الآتية:



٤ – اكتب العبارة المنطقية التي تُمثّلها البوابات المنطقية الآتية، ثم جد الناتج النهائي؛ إذا كانت D =1 ، C = 0 ، B = 1 ، A = 1.



٥- حدّد البوابة المنطقية التي تُـحقّق الناتـج في كلٍّ من الجمل الآتية:

أ - تعطي مخرجًا قيمته (1)، إذا كانت قيمة أي من المدخلين أو كلاهما (1). (   )

ب- تعطي مخرجًا قيمته (1)، إذا كانت قيمة المداخل جميعها (1) فقط. (   )

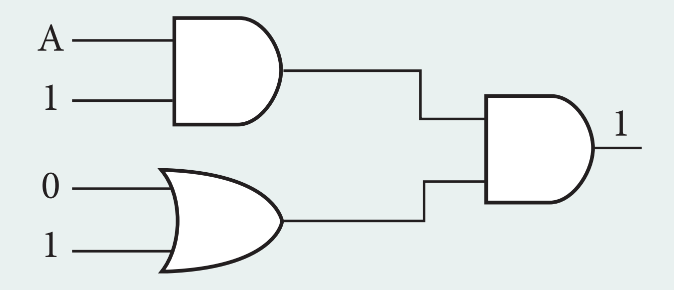
٦ - مثّل العبارة المنطقية الآتية؛ باستخدام البوابات المنطقية:

NOT(A AND B OR C) OR D AND F

ثم جـد الناتـج النهائي إذا كانت: A = 0 ، B = 0 ، C = 1، D = 1 ، F = 0

٧ - اكتب جدول الحقيقة للعبارة المنطقية الآتية: (A AND NOT B)

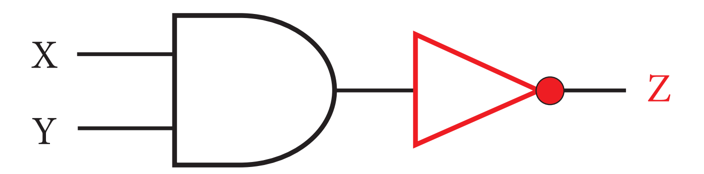
٨- ما قيمة (A) في الشكل الآتي:



تعرّفت في الفصل الأول البوابات المنطقية الأساسية، وستتعرف في هذا الفصل مجموعة أخرى من البوابات المنطقية المهمة في تصميم الدوائر المنطقية وتحليلها، تدعى البوابات المنطقية المشتقة، وقد سُمّيت بهذا الاسم؛ لأنها اشتقت من البوابات المنطقية الأساسية AND, OR, NOT.

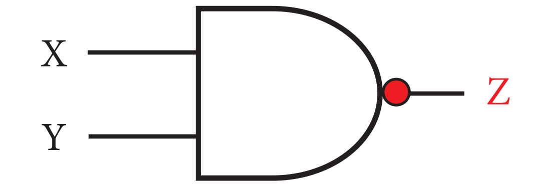
أولاً بوابة NAND

NAND هي اختصار لـ NOT AND، أي نفي AND ، وتتشكّل بوابة NAND بتوصيل مخرج بوابة AND بمدخل بوابة NOT كما في الشكل (٣-٧)، وتُسمّى بوابة نفي «و» المنطقية.



الشكل (٣-٧): تمثيل NAND باستخدام البوابات المنطقية الأساسية.

تُمثّل البوابة المنطقية NAND بالرمز المبيّن في الشكل (٣-٨) فهو رمز بوابة AND مع دائرة صغيرة عند المخرج ترمز إلى بوابة NOT.



الشكل (٣-٨): رمز البوابة المنطقية المشتقة NAND.

تعطي بوابة NAND مخرجًا قيمته (1) إذا كانت قيمة أي من المدخلين أو كلاهما (0)، وتعطي مخرجًا قيمته (0) إذا كانت قيمة المداخل جميعها (1) (عكس مخرجات بوابة AND)،

ويمثّل الجدول (٣-٤) جدول الحقيقة للبوابة المنطقية NAND.

الجدول (٣-٤): جدول الحقيقة للبوابة المنطقية المشتقة NAND.

X	Y	Z = X NAND Y
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

مثال (١): **جد ناتج العبارة المنطقية** A NAND NOT B **علمًا بأنّ:** A = 1 , B = 0 .

الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

A NAND NOT B

1 NAND NOT 0

1 NAND 1

0

- لاحظ أنّ الأولوية لـ NOT ثم NAND.

مثال (٢): **جد ناتج العبارة المنطقية** NOT A NAND B NAND C **علمًا بأن:**
A = 0 , B = 1 , C = 0 .

الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

NOT A NAND B NAND C

NOT 0 NAND 1 NAND 0

1 NAND 1 NAND 0

0 NAND 0

1

لاحظ

- في حالة وجود اكثر من NAND في العبارة المنطقية؛ تُنفّذ من اليسار إلى اليمين.
- العبارات المنطقية المكوّنة من بوابات مشتقة وبوابات أساسيّة (ما عدا NOT)، غير مطلوبة في هذا المنهاج.

نشاط (٣ - ٦): البوابة المنطقية المشتقة NAND.

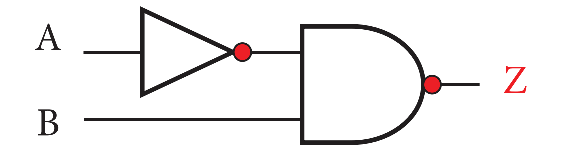
بالتعاون مع أفراد مجموعتك، نفّذ الآتي:

أ – قارن بين البوابة المنطقية AND والبوابة المنطقية المشتقة NAND، من حيث رمز البوابة ومخرجاتها.

ب– جد ناتج العبارات المنطقية الآتية، علمًا بأن: A = 0 , B = 0 , C = 1 .

- NOT A NAND NOT B
- NOT (A NAND B) NAND C
- NOT A NAND NOT (B NAND C)

مثال (٣): اكتب العبارة المنطقية، التي تُمثّلها البوابات المنطقية الآتية:

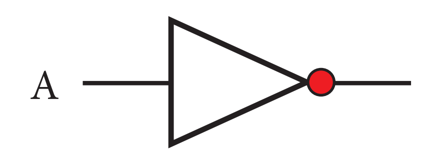


الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

أ – اكتب العبارة المنطقية للبوابة NOT

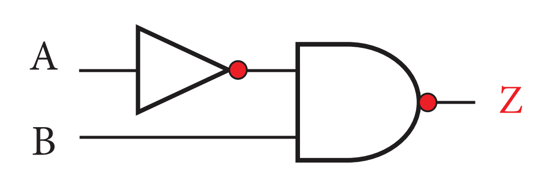
كالآتي: NOT A



ب– اكتب العبارة المنطقية للبوابة NAND

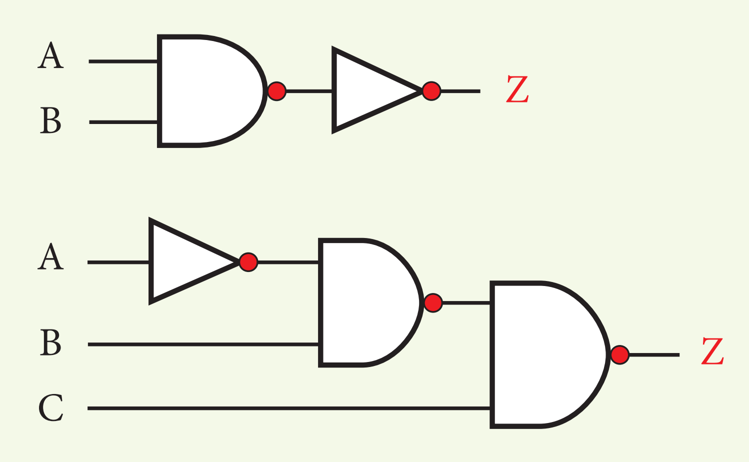
وذلك باستخدام العبارة المنطقية السابقة، مدخلًا لها كالآتي:

Z = NOT A NAND B



نشاط (٣ - ٧): كتابة العبارات المنطقية.

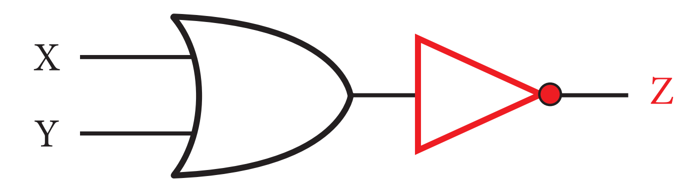
بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اكتب العبارات المنطقية التي تُمثّلها البوابات المنطقية الآتية، ثم جد قيمة (Z)، علمًا بأن: A = 1 , B = 0 , C = 1 .





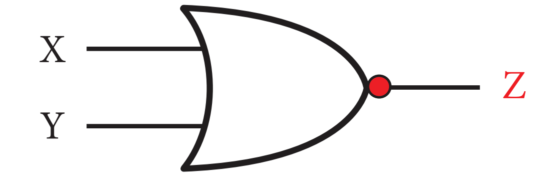
ثانيًا بوابة NOR

NOR هي اختصار لـ NOT OR، أي نفي OR ، وتتشكل بوابة NOR بتوصيل مخرج بوابة OR بمدخل بوابة NOT كما في الشكل (٣-٩)، وتُسمّى بوابة نفي «أو» المنطقية.



الشكل (٣-٩): تمثيل NOR باستخدام البوابات المنطقية الأساسية.

ويُرمز للبوابة المنطقية NOR بالرمز المبيّن في الشكل (٣-١٠) فهو رمز بوابة OR مع دائرة صغيرة عند المخرج ترمز إلى بوابة NOT.



الشكل (٣-١٠): رمز البوابة المنطقية المشتقة NOR.

تعطي بوابة NOR مخرجًا قيمته (0) إذا كانت قيمة أي من المدخلين أو كلاهما (1)، وتعطي مخرجًا قيمته (1) إذا كانت قيمة المداخل جميعها (0) (عكس مخرجات بوابة OR).

ويمثّل الجدول (٣–٥) جدول الحقيقة للبوابة المنطقية NOR.

الجدول (٣–٥): جدول الحقيقة للبوابة المنطقية NOR.

X	Y	Z = X NOR Y
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

مثال (١): جد ناتج العبارة المنطقية NOT (A NOR B) NOR C علمًا بأن: A = 1 , B = 1 , C = 0 .

الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

NOT (A NOR B) NOR C

NOT (1 NOR 1) NOR 0

NOT 0 NOR 0

1 NOR 0

0

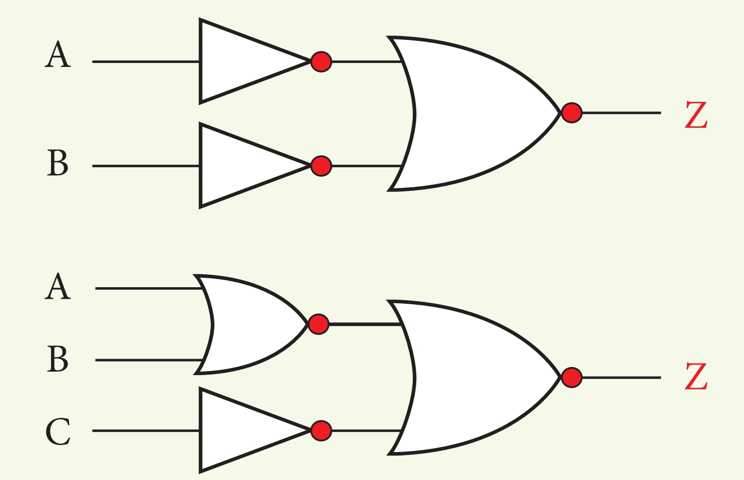
نشاط (٣ - ٨): البوابة المنطقية المشتقة NOR.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد ناتج العبارات المنطقية الآتية، علمًا بأنّ: A =1 , B = 0 , C = 0 .

- NOT A NOR B
- NOT (A NOR B) NOR NOT C
- A NOR NOT (B NOR NOT C)

نشاط (٣ - ٩): كتابة العبارات المنطقية.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، اكتب العبارات المنطقية التي تُمثّلها البوابات المنطقية الآتية، ثم جد قيمة (Z)، علمًا بأنّ: A = 0 , B = 0 , C = 1 .



أسئلة الفصل

١ – ما الفرق بين البوابة المنطقية OR والبوابة المنطقية NOR، من حيث رمز البوابة ومخرجاتها؟

٢ – مثّل البوابة المنطقية المشتقة NAND باستخدام البوابات المنطقية الأساسية.

٣ – علّل ما يأتي:

أ – سُمّيت البوابات المنطقية المشتقة بهذا الاسم.

ب– وجود دائرة صغيرة عند مخرج بوابة NAND.

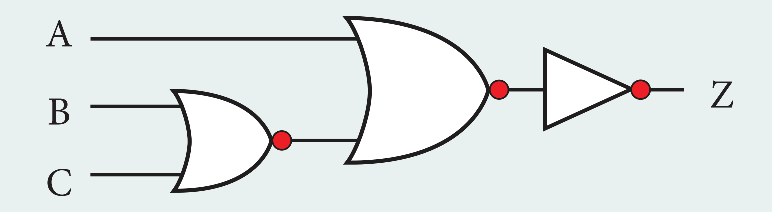
٤ – مثّل العبارة المنطقية الآتية باستخدام البوابات المنطقية:

NOT (X NAND NOT Y) NAND W

ثم جد الناتج النهائي إذا كانت W = 1 ، Y = 1 ، X = 0

٥ – اكتب العبارة المنطقية التي تُمثّلها البوابات المنطقية الآتية، ثم جد قيمة (Z) علمًا بأنّ:

C = 0 ، B = 1 ، A = 0



٦ – أكمل الجدول الآتي، الذي يُمثّل مقارنة بين البوابات المنطقية المشتقة:

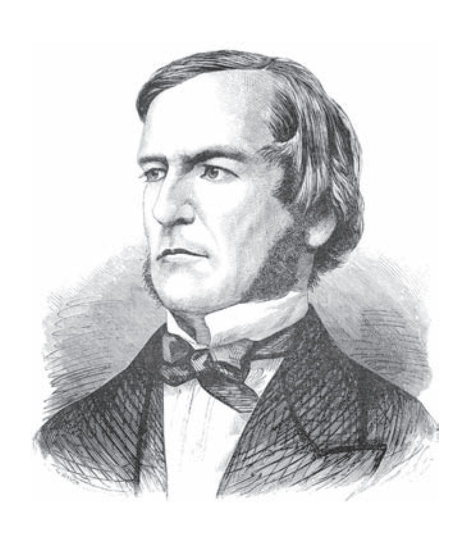
البوابة المنطقية	رمزها	مخرجاتها
NOR		
NAND		

الفصل الثالث

الجبر المنطقي (البوولي) ٣

يتكوّن جهاز الحاسوب من مكوّنات ماديّة مرتبطة معًا لتنفيذ مجموعة من الوظائف، ولتحديد هذه الوظائف وتنفيذها، لا بد من فهم وظائف كلّ جزء من المكوّنات المادية وكيفية ارتباطه بالأجزاء الأخرى لتبادل المعلومات، وتحدّد الوظائف وعمليات الربط من خلال نموذج رياضي (يمكن أن يُمثّل بعلاقات منطقية أو جبرية). وبعد أن تعرّفت في الفصول السابقة البوابات المنطقية وكيفية تمثيلها، ستتعرف في هذا الفصل مفهوم الجبر البوولي، وهو ما يطلق عليه الجبر المنطقي، وعمليات الجبر المنطقي، وكيفية إيجاد ناتج العبارات الجبرية المنطقية وتمثيلها باستخدام البوابات المنطقية.

أولاً مفهوم الجبر البوولي (المنطقي)



الجبر البوولي (المنطقي) هو أحد فروع علم الجبر في الرياضيات، وهو الأساس الرياضي اللازم لدراسة التصميم المنطقي للأنظمة الرقمية ومنها الحاسوب، وتعود تسميته إلى العالِم الرياضي الإنجليزي جورج بوول (George Boole)، وقد قدّمه للمرة الأولى في كتابه (التحليل الرياضي للمنطق)، وقد قام بتقديم أسس الجبر المنطقي بشكلٍ واسع في كتابه الأشهر (دراسة في قوانين التفكير)، وأكّد على أن استخدام صيغة جبرية في وصف عمل الحاسوب الداخلي أسهل من التعامل مع البوابات المنطقية.

يُسمّى المتغيّر متغيّرًا منطقيًّا إذا عُيِّنت له إحدى الحالتين: صواب (True) أو خطأ (False). ويُرمز للمتغيّر المنطقي بأحد الحروف A...Z (لا أهمية لكون الحروف كبيرة أم صغيرة)، وعند دراستك أنظمة العدّ؛ لاحظت أن نظام العدّ الثنائي هو الأنسب لتمثيل الأعداد والرموز وتخزينها داخل الحاسوب، وبهذا فإنه يمكن استخدام أرقام نظام العدّ الثنائي (0 أو 1) لتمثيل حالات المتغيّر المنطقي، فيمثّل الرقم (1) الحالة الصحيحة والرقم (0) الحالة الخطأ.



ثانيًا العبارات الجبرية المنطقية والعمليات المنطقية

العبارة الجبرية المنطقية هي ثابت منطقي (0,1) أو متغيّر منطقي مثل (X,Y) أو مزيج من الثوابت والمتغيّرات المنطقية، يجمع بينها عمليات منطقية. ويمكن أن تحتوي العبارة الجبرية المنطقية على أقواس، وعلى أكثر من عملية منطقية، وفي ما يأتي شرح للعمليات المنطقية الأساسية في الجبر المنطقي:

أ – **عملية** NOT: يطلق عليها عادة اسم المتمم، وسُمّيت بذلك لأن متممة 0 تساوي 1 ومتممة 1 تساوي 0، والعبارة الجبرية المنطقية لعملية NOT هي:

$$A = \overline{X}$$

حيث تعني (‾‾) المتممة، والجدول (٣–٨) يُبيّن القيم المتمّمة للمتغيّر X.

الجدول (٣–٨): جدول ناتج متممة X.

X	$A = \overline{X}$
1	0
0	1

ب – **عملية** AND: يُعبّر عن عملية AND في الجبر المنطقي بالرمز (.)، والعبارة الجبرية المنطقية لعملية AND هي:

$$A = X.Y$$

استخدام (.) يشبه الضرب الثنائي وغالبًا ما يهمل الرمز (.) في التعبير المنطقي، وتكتب XY بدلًا من X.Y، والجدول (٣–٩) يُبيّن ناتج عملية AND المنطقية:

الجدول (٣–٩): جدول ناتج عملية AND المنطقية.

X	Y	A = X . Y
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

جـ – **عملية OR**: يُعبّر عن عملية OR في الجبر المنطقي بالرمز (+)، والعبارة الجبرية المنطقية لعملية OR هي:

$$A = X + Y$$

والجدول (٣–١٠) يُبيّن ناتـج عملية OR المنطقية.

الجدول (٣–١٠): جدول ناتـج عملية OR المنطقية.

X	Y	A = X + Y
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0



إيجاد ناتج العبارات الجبرية المنطقية المركّبة

تضم العبارة الجبرية المنطقية المركّبة أكثر من عملية منطقية أساسية، وفي هذه الحالة يجب تطبيق قواعد الأولوية لإيجاد ناتج العبارة الجبرية المنطقية المركّبة، وحسب التسلسل الآتي:

١ – في حالة وجود الأقواس (   )، تُنفّذ العمليات التي بداخلها أولًا.

٢ – عملية NOT المنطقية.

٣ – عملية AND المنطقية.

٤ – عملية OR المنطقية.

٥ – في حالة التكافؤ في الأولوية، تُنفّذ من اليسار إلى اليمين.

والأمثلة الآتية، توضّح طريقة إيجاد ناتـج العبارات الجبرية المنطقية، مع توضيح الأولوية في إيجاد ناتـج هذه العبارات.

مثال (١): جد ناتج العبارة الجبرية المنطقية $\overline{A} + B . C$ علمًا بأنّ:
$. A = 1 ,\ B = 0 ,\ C = 1$

الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

$\overline{A} + B . C$

$\overline{1} + 0 . 1$

$0 + 0 . 1$

$0 + 0$

0

مثال (٢): جد ناتج العبارة الجبرية المنطقية $\overline{A . B + C} + D$ علمًا بأنّ:
$. A = 0 ,\ B = 1 ,\ C = 1 ,\ D = 0$

الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

$\overline{A . B + C} + D$

$\overline{0 . 1 + 1} + 0$

$\overline{0 + 1} + 0$

$\overline{1} + 0$

$0 + 0$

0

نشاط (٣ - ١٠): إيجاد ناتـج العبارات الجبرية المنطقية المركّبة.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، جد ناتـج العبارات الجبرية المنطقية الآتية، علمًا بأنّ:
$.A = 1 ,\ B = 0 ,\ C = 0 ,\ D = 1$

- $A + B . \overline{C + \overline{D}}$
- $(\overline{A} . \overline{B}) + (C . \overline{D})$
- $\overline{A + B . C + D}$

نشاط (٣ - ١١): تحويل العبارات المنطقية إلى عبارات جبرية منطقية.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، حوّل العبارات المنطقية الآتية إلى عبارات جبرية منطقية:

- A AND NOT B
- NOT A OR B AND C
- A AND B AND NOT C
- A OR NOT (B AND NOT C)
- NOT A OR (NOT B OR C AND D)

رابعًا: تمثيل العبارات الجبرية المنطقية المركّبة باستخدام البوابات المنطقية

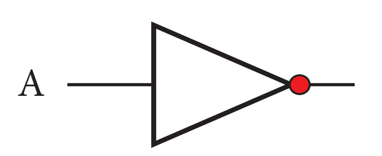
لتمثيل العبارات الجبرية المنطقية المركّبة باستخدام البوابات المنطقية، يجب تطبيق قواعد الأولوية التي ذُكرت سابقًا، والمثال الآتي يوضّح ذلك.

مثال (١): **مثّل العبارة الجبرية المنطقية** $X = \overline{A} . B$ **باستخدام البوابات المنطقية، ثم جد قيمة (X) إذا كانت** $A = 0 , B = 1$.

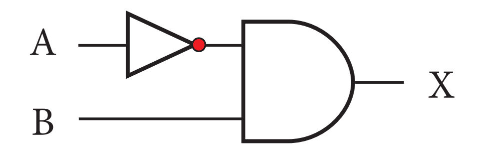
الحلّ:

اتبع الخطوات الآتية:

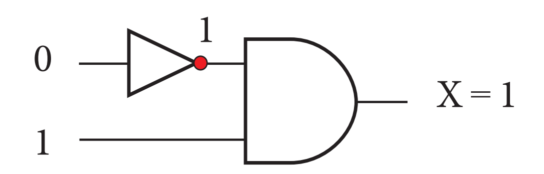
أ – مثّل $\overline{A}$.



ب– اجعل مخرج الشكل السابق مدخلًا في بوابة AND كالآتي:



جـ- ضع القِيَم على الشكل النهائي؛ لتتمكّن من معرفة الناتـج (قيمة X) بسهولة:



نشاط (٣ - ١٢): تمثيل العبارات الجبرية المنطقية باستخدام البوابات المنطقية.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، مثّل العبارات الجبرية المنطقية الآتية باستخدام البوابات المنطقية، ثمّ جد الناتج النهائي إذا كانت: $A = 0 , B = 1 , C = 1 , D = 0$.

- $A \,.\, \overline{B} + C$
- $\overline{A} + (B \,.\, \overline{C})$
- $\overline{A \,.\, B} + C \,.\, D$
- $A + \overline{B} \,.\, (\overline{C \,.\, D})$

أسئلة الفصل

١ – ما المقصود بكلٍّ مما يأتي:

أ – الجبر المنطقي.　　　　ب– العبارة الجبرية المنطقية.

٢ – لماذا سُمّي الجبر المنطقي بهذا الاسم؟

٣ – جد ناتج العبارات الجبرية المنطقية الآتية إذا كانت: $A = 1$ ، $B = 0$ ، $C = 1$ ، $D = 0$

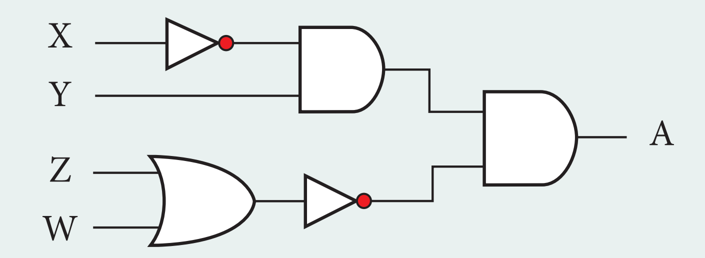
- $F = (A . (B + \overline{C})) + \overline{D}$
- $F = (A + B) . (\overline{C} + \overline{D})$
- $F = \overline{\overline{A} . B} + C . \overline{D}$

٤ – مثّل العبارة الجبرية المنطقية الآتية؛ باستخدام البوابات المنطقية: $\overline{A . B . \overline{C}} + D$

ثمّ جد الناتج النهائي إذا كانت $A = 1$ ، $B = 0$ ، $C = 0$ ، $D = 1$.

٥ – اكتب عبارة الجبر المنطقي التي تُمثّلها البوابات المنطقية الآتية، ثمّ جد:

قيمة A علمًا بأنّ $X = 0$ ، $Y = 1$ ، $Z = 0$ ، $W = 1$



٦ – حوّل العبارات المنطقية الآتية إلى عبارات جبرية منطقية، ثمّ جد ناتجها علمًا بأنّ:

$X = 1$ ، $Y = 1$ ، $W = 0$ ، $Z = 1$

- X OR (NOT Y OR W) AND NOT Z
- NOT (NOT X AND Y OR NOT W) OR Z

أسئلة الوحدة

١ – اكتب مثالًا واحدًا لكلٍّ مما يأتي:

أ – بوابة منطقية أساسية. ب– بوابة منطقية مشتقة. جـ– رمز لعملية جبرية منطقية.

د – متغيّر منطقي. هـ – عبارة منطقية. و – عبارة جبرية منطقية.

٢ – أكمل جدول الحقيقة الآتي:

X	Y	Z	X AND Z OR Y
1	0	0	
	1	1	1
0		0	0
1	0		1
0	1	0	

٣– ادرس العبارة المنطقية المركبة الآتية، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

A AND NOT (B AND C OR D)

- استخرج من العبارة المنطقية السابقة مثالين على كلٍّ من:

  أ – متغيّر منطقي. ب– بوابة منطقية.

- جد الناتج النهائي للعبارة المنطقية السابقة إذا كانت: A = 0 ، B = 0 ، C = 1 ، D = 1

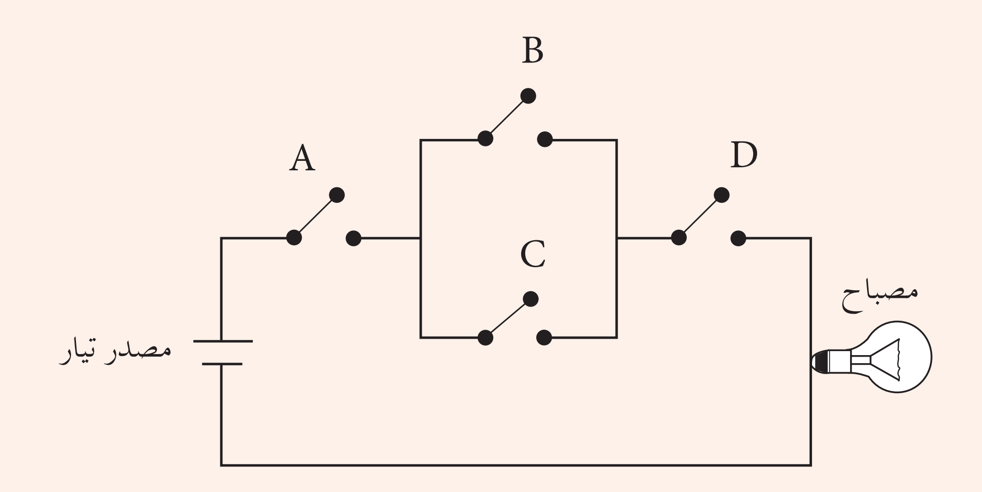
- مثّل العبارة المنطقية السابقة؛ باستخدام البوابات المنطقية.

- حوّل العبارة المنطقية السابقة، إلى عبارة جبرية منطقية.

٤– جد ناتـج العبارات المنطقية الآتية، علمًا بأن: A = 0 ، B = 1 ، C = 0 ، D = 1

- A NOR NOT (B NOR NOT C)
- A AND B OR NOT(C AND D)
- NOT (A NAND B) NAND NOT C
- A AND NOT (NOT B OR C) AND D

٥ – تأمّل الدارة الكهربائية الآتية، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:



أ – اكتب العبارة المنطقية التي تُـمثّلها الدارة الكهربائية السابقة.

ب– مثّل الدارة الكهربائية باستخدام البوابات المنطقية، ثم جد الناتج إذا كانت:

A = 0 ، B = 1 ، C = 0 ، D = 0

٦ – أكمل الجدول الآتي:

<table>
<tr><th>اسم البوابة</th><th>الـرمــز</th><th>جدول الحقيقة</th></tr>
<tr><td>OR</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><th>X</th><th>Y</th><th>X NAND Y</th></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td></td><td>X
Y</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><th>X</th><th>Y</th><th>X AND Y</th></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

بناء على ما درسته في هذه الوحدة، قيّم نفسك ذاتيًّا؛ باختيار تقديرك المناسب في المهارات المذكورة في الجدول الآتي:

الرقم	المهــارة	ممتاز	جيد	ضعيف
١	أتعرّف البوابات المنطقية.			
٢	أُعدّد أنواع البوابات المنطقية، وأُبيّن آلية عملها.			
٣	أميّز رموز البوابات المنطقية الأساسية والمشتقة.			
٤	أكتب جداول الحقيقة للبوابات المنطقية الأساسية والمشتقة.			
٥	أتتبّع ناتج البوابات المنطقية الأساسية والمشتقة.			
٦	أرسم البوابات المنطقية الأساسية والمشتقة.			
٧	أتعرّف مفهوم الجبر المنطقي (البوولي).			
٨	أُمثّل العبارات المنطقية؛ باستخدام التعابير الجبرية المنطقية.			
٩	أجد ناتج التعابير الجبرية المنطقية.			
١٠	أُمثّل العبارات المنطقية؛ باستخدام البوابات المنطقية.			
١١	أُمثّل الدارات الكهربائية بعبارات منطقية.			

الوحدة الرابعة

٤

أمن المعلومات والتشفير

Information Security and Cryptography

اهتمّت الشعوب قديمًا بالحفاظ على سرّية المعلومات؛ وذلك للحفاظ على أسرارها وهيبتها ومكانتها، ولإنجاح مخططاتها العسكرية. واعتمدت سرّية المعلومات على موثوقية حاملها وقدرته على توفير الظروف المناسبة لمنع اكتشافها. ومع تطوّر العلم واستخدام شبكات الحاسوب، كانت الحاجة أكثر إلحاحًا لإيجاد طرائق جديدة لحماية المعلومات، فقد ابتدأت بالطرائق المادية، ثم تطورت هذه الطرائق لحماية قنوات الاتصال والمعلومات، واستخدمت أساليب كثيرة لحماية المعلومات والأجهزة الخاصة فيها، وكذلك تدريب الكادر البشري وتوعيته، وهذا ما ستتعرف إلى بعض منه في هذه الوحدة.



النتاجات

يتوقّع من الطالب بعد نهاية هذه الوحدة، أن يكون قادرًا على أن:

- يتعرّف أمن المعلومات وعناصره الأساسية وأهدافه.
- يُحدّد أنواع المخاطر والاعتداءات الإلكترونية، التي تهدّد الشبكات والضوابط المُستخدمة للحد من هذه التهديدات.
- يُوضّح المقصود بالهندسة الاجتماعية، ويُحدّد مجالاتها، ويذكر أمثلة عليها.
- يُبيّن آلية عمل تقنية تحويل العناوين الرقمية، ويُعدّد أنماطها.
- يتعرّف مفهوم التشفير وعناصره، ويُحدّد الهدف منه.
- يوّضّح المقصود بكلّ عنصر من عناصر عملية التشفير.
- يذكر أنواع خوارزميات التشفير، بناءً على معيار مُعيّن.
- يُشفّر نصًّا باللغة الإنجليزية باستخدام خوارزمية الخط المتعرج Zig Zag، ويفكّ تشفيره.
- يُقارن بين خوارزميات التشفير.

الفصل الأول

١

أمن المعلومات



يُعدّ أمن المعلومات من أهم الركائز التي تعتمد عليها الدول والمؤسسات والأفراد، في الحفاظ على موقفها العالمي سياسيًّا وماليًّا، ومع التطور الهائل الذي حصل في مجالي الإنترنت والبرمجيات، أصبح تناقل المعلومات والحصول عليها أمرًا سهلاً. وبسبب وجود المخترقين والمتطفلين بشكلٍ كبير، فقد وجب الاهتمام بكلّ ما يخص المعلومات، من أجهزة تخزين ومعالجة والاهتمام بالكادر البشري الذي يتعامل معها، بالإضافة إلى الحفاظ على المعلومات نفسها، وهذا ما ستتعرف إليه في هذا الفصل.

أولاً مقدمة في أمن المعلومات

درست سابقًا مفهوم أمن الشبكات وكيفية حماية الشبكات، والمخاطر التي تهدد أمنها، وهو فرع من فروع أمن المعلومات. فما أمن المعلومات؟ وما المخاطر التي تهدد أمن المعلومات؟ وما الضوابط التي يمكن أن تقلّل من هذه المخاطر؟

١ – مفهوم أمن المعلومات

هو العلم الذي يعمل على حماية المعلومات والمعدات المستخدمة لتخزينها ومعالجتها ونقلها، من السرقة أو التطفّل أو من الكوارث الطبيعية أو غيرها من المخاطر. ويعمل على إبقائها متاحة للأفراد المصرح لهم باستخدامها.

يُمكن تحديد الخصائص الأساسية لأمن المعلومات بـ (السرّية، والسلامة، والتوافر) والتي يهدف أمن المعلومات للحفاظ عليها، وفي ما يأتي توضيح لكلٍّ منها:

أ - **السرّية** (Confidentiality): وتعني أنّ الشخص المخوّل هو الوحيد القادر على الوصول إلى المعلومات والاطّلاع عليها، وهو مصطلح مرادف لمفهومي الأمن (Security) والخصوصية (Privacy). حيث تُعدّ المعلومات الشخصية، والموقف المالي لشركة ما قبل إعلانه، وكذلك المعلومات العسكرية بيانات يعتمد أمنها على مقدار الحفاظ على سرّيتها.

ب - **السلامة** (Integrity): وتعني حماية الرسائل أو المعلومات التي تم تداولها، والتأكّد بأنها لم تتعرض لأي عملية تعديل سواء: بالإضافة، أم الاستبدال، أم حذف جزء منها. فمثلًا، عند نشر نتائج طلبة الثانوية العامة، يجب الحفاظ على سلامة هذه النتائج من أي تعديلات، وكذلك الأمر عند صدور قوائم القبول الموحد للجامعات الأردنية والتخصصات التي قُبِل الطلبة فيها، فلا بد من العمل على حماية هذه القوائم من أي تعديل أو حذف أو تبديل أو تغيير.

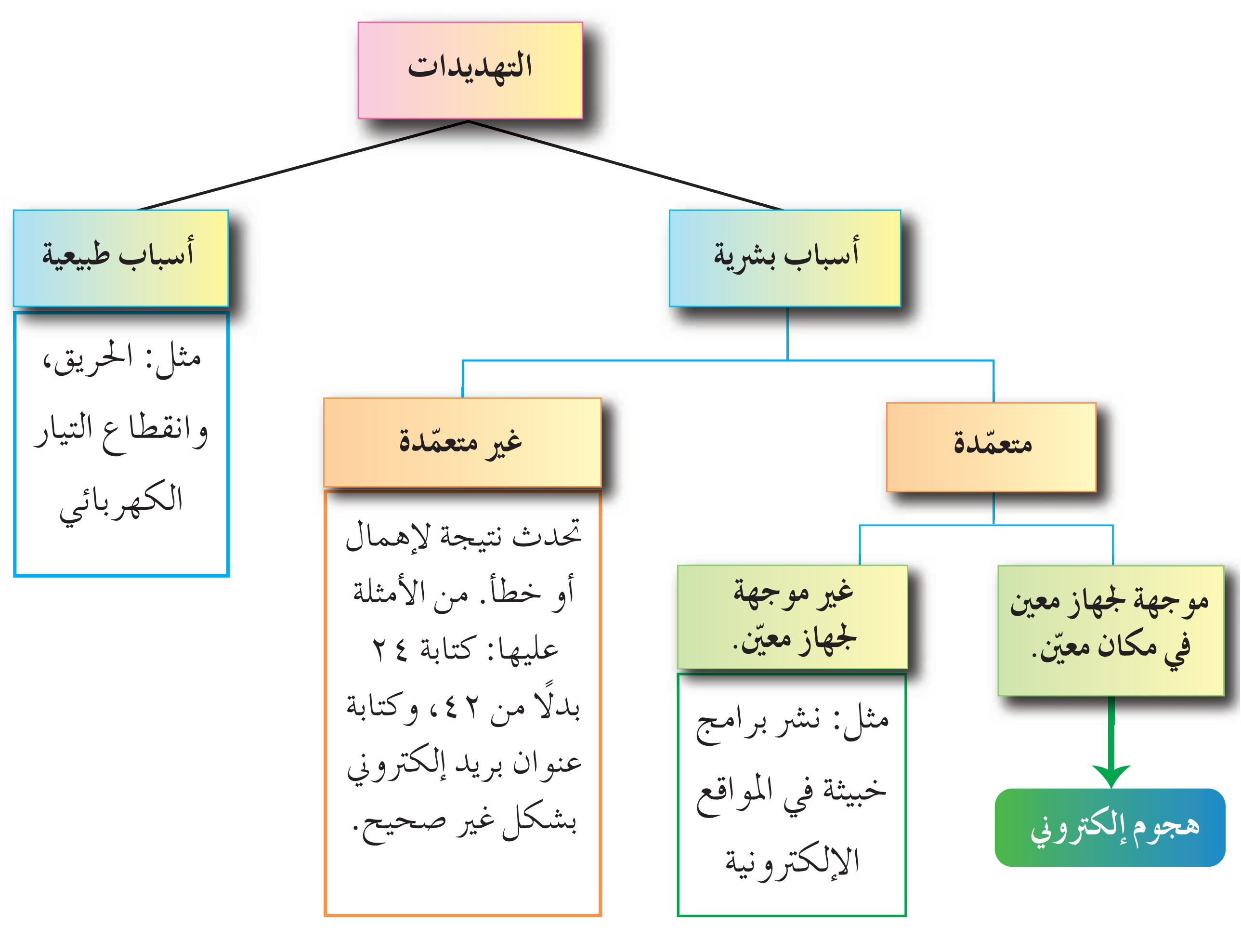
جـ- **التوافر** (Availability): يُعدّ الحفاظ على سلامة المعلومات وسرّيتها أمرين مهمين، ولكن هذه المعلومات تكون بلا فائدة إذا لم تكن مُتاحة للأشخاص المصرح لهم بالتعامل معها، أو أنّ الوصول إليها يحتاج إلى وقت كبير. ومن الوسائل التي يقوم بها المخترقون جعل هذه المعلومات غير متاحة، إما بحذفها أو الاعتداء على الأجهزة التي تخزن فيها هذه المعلومات.

٢ - المخاطر التي تُهدّد أمن المعلومات

تُقسم المخاطر التي تُهدد أمن المعلومات إلى نوعين رئيسين، هما **التهديدات والثغرات**. وفي ما يأتي توضيح لكلٍّ منهما:

أ - **التهديدات**: يحدث التهديد لأسباب طبيعية، مثل حدوث حريق أو انقطاع التيار الكهربائي، ما يؤدي إلى فقدان المعلومات، أو لأسباب بشرية يمكن أن تكون غير متعمدة وتحدث نتيجة لإهمال أو خطأ، مثل: كتابة عنوان بريد إلكتروني بشكل غير صحيح،

وأحيانًا تكون متعمدة وتقسم إلى قسمين غير موجهة لجهاز معيّن، كأن ينشر فيروس بين الحواسيب، أو موجهة لجهازٍ معيّن وهذا ما يُسمّى **الهجوم الإلكتروني** (Attack) أو **الاعتداء الإلكتروني**، ومن الأمثلة عليها سرقة جهاز الحاسوب، أو إحدى المعدات التي تحفظ المعلومات، أو التعديل على ملف أو حذفه، أو الكشف عن بيانات سرّية أو منع الوصول إلى المعلومات. والشكل (٤ – ١) يُبيّن أنواع التهديدات.



الشكل (٤ – ١): أنواع تهديدات أمن المعلومات.

يُعدّ الاعتداء الإلكتروني من أخطر أنواع التهديدات، ويعتمد نجاح هذا الهجوم على ثلاثة عوامل رئيسة هي: **الدافع، والطريقة، وفرصة النجاح**، يجب أخذها في الحسبان لتقييم التهديد الذي يتعرض له النظام.

تتنوع **دوافع الأفراد** لتنفيذ هجوم إلكتروني، فقد تكون رغبة في الحصول على المال، أو محاولة لإثبات القدرات التقنية أو بقصد الإضرار بالآخرين.

وتتضمن **الطريقة** المهارات التي يتميّز بها المعتدي الإلكتروني، وقدرته على توفير المعدات والبرمجيات الحاسوبية التي يحتاج إليها، ومعرفته بتصميم النظام وآلية عمله، ومعرفة نقاط القوة والضعف لهذا النظام. بينما تتمثّل **فرصة نجاح الهجوم الإلكتروني** بتحديد الوقت المناسب للتنفيذ، وكيفية الوصول إلى الأجهزة.

وقد تتعرض المعلومات إلى أربعة أنواع من الاعتداءات الإلكترونية، هي:

١ . **التنصّت على المعلومات:** والهدف منه الحصول على المعلومات السرّية، حيث يتم الإخلال بسرّيتها.

٢ . **التعديل على المحتوى:** يتم اعتراض المعلومات وتغيير محتواها وإعادة إرسالها للمُستقبِل، من دون أن يعلم بتغيير محتواها، وفي هذا النوع يكون الإخلال بسلامة المعلومات.

٣ . **الإيقاف:** يتم قطع قناة الاتصال. ومن ثم، منع المعلومات من الوصول إلى الـمُستقبِل، وفي هذه الحالة تصبح المعلومات غير متوافرة.

٤ . **الهجوم المزوّر أو المفبرك:** يتمثّل هذا النوع بإرسال المعتدي الإلكتروني رسالة إلى أحد الأشخاص على الشبكة، يخبره فيها بأنه صديقه ويحتاج إلى معلومات أو كلمات سرّية خاصة. تتأثر بهذه الطريقة سرّية المعلومات وقد تتأثر أيضًا سلامتها.

ب – الثغرات: ويُقصد بها نقطة الضعف في النظام سواء أكانت في الإجراءات الـمُتبعة، مثل عدم تحديد صلاحيات الوصول إلى المعلومات، أم مشكلة في تصميم النظام، كما أن عدم كفاية الحماية المادية للأجهزة والمعلومات، تُعدّ من نقاط الضعف التي قد تتسبب في فقدان المعلومات أو هدم النظام، أو تجعله عرضة للاعتداء الإلكتروني.

٢ – الحدّ من مخاطر أمن المعلومات

يرى المختصون في مجال أمن المعلومات، بأن الحفاظ على المعلومات وأمنها ينبع من التوازن بين تكلفة الحماية وفعالية الرقابة من جهة، مع احتمالية الخطر من جهة أخرى؛ لذا، وُضِعت مجموعة من الضوابط لتقليل المخاطر التي تتعرض لها المعلومات والحد منها، **وهذه الضوابط هي:**

أ – **الضوابط المادية**: ويُقصد بها مراقبة بيئة العمل وحمايتها من الكوارث الطبيعية وغيرها؛ باستخدام الجدران والأسوار والأقفال، ووجود حراس الأمن وغيرها من أجهزة إطفاء الحريق.

ب – **الضوابط الإدارية**: وتستخدم مجموعة من الأوامر والإجراءات المتفق عليها مثل: القوانين واللوائح والسياسات، والإجراءات التوجيهية، وحقوق النشر، وبراءات الاختراع والعقود والاتفاقيات.

جـ – **الضوابط التقنية**: وهي الحماية التي تعتمد على التقنيات المستخدمة، سواء أكانت معدات (Hardware) أم برمجيات (Software). وتتضمّن كلمات المرور، ومنح صلاحيات الوصول، وبرتوكولات الشبكات والجدر النارية، والتشفير، وتنظيم تدفق المعلومات في الشبكة.

وللوصول إلى أفضل النتائج، تعمل الضوابط السابقة بشكل متكامل، للحدّ من الأخطار التي تتعرض لها المعلومات.

ثانيًا الهندسة الاجتماعية



يُعدّ العنصر البشري من أهم مكوّنات أنظمة المعلومات، والاهتمام به من أهم المجالات للحفاظ على أمن المعلومات. وعليه، فإن اختيار الكادر البشري المسؤول عن حماية الأنظمة يعتمد على كفايته العلمية، واختبارات شفوية وورقية، ومقابلات، وإخضاعهم إلى ضغوط نفسية حسب موقعهم، للتأكّد من قدرتهم على حماية النظام، فمن أخطر ما يُهدد نظم المعلومات، ما يُسمّى الهندسة الاجتماعية. فما المقصود بها؟

١ – مفهوم الهندسة الاجتماعية

هي الوسائل والأساليب التي يستخدمها المعتدي الإلكتروني؛ لجعل مستخدم الحاسوب في النظام يُعطي معلومات سرّية، أو يقوم بعمل ما، يسهّل على المعتدي الإلكتروني الوصول إلى أجهزة الحاسوب أو المعلومات الـمُخزّنة فيها.

وتُعدّ الهندسة الاجتماعية من أنجح الوسائل وأسهلها، التي تُستخدم للحصول على معلومات غير مصرّح بالاطلاع عليها، وذلك بسبب قلة اهتمام المتخصصين في مجال أمن المعلومات بها، وعدم وعي مستخدمي الحاسوب بالمخاطر المترتبة عليها.

٢ – مجالات الهندسة الاجتماعية

تتركّز الهندسة الاجتماعية في مجالين، هما **البيئة المحيطة والجانب النفسي**. وفي ما يأتي توضيح لكلٍّ منهما:

أ – البيئة المحيطة: وتشمل ما يأتي:

١ . **مكان العمل**: يكتب بعض الموظفين كلمات المرور على أوراق ملصقة بشاشة الحاسوب. وعند دخول الشخص غير المخوّل له الاستخدام، كزبون أو حتى عامل نظافة أو عامل صيانة، يستطيع معرفة كلمات المرور. ومن ثم، يتمكّن من الدخول إلى النظام بسهولة ليحصل على المعلومات التي يُريدها.

٢ . **الهاتف**: يتصل الشخص غير المخوّل بمركز الدعم الفني هاتفيًا، ويطلب إليه بعض المعلومات الفنية ويستدرجه للحصول على كلمات المرور وغيرها من المعلومات؛ ليستخدمها في ما بعد.

٣ . **النفايات الورقية**: يدخل الأشخاص غير المخولين إلى مكان العمل، ويجمعون النفايات التي قد تحتوي على كلمات المرور ومعلومات تخص الموظفين وأرقام هواتفهم وبياناتهم الشخصية، وقد تحتوي على تقويم العام السابق وكلّ ما يحتويه من معلومات، يمكن استغلالها في تتبع أعمال الموظفين أو الحصول على المعلومات المرغوبة.

٤ . **الإنترنت**: من أكثر الوسائل شيوعًا؛ وذلك بسبب استخدام الموظفين أو مستخدمي الحاسوب عادة كلمة المرور نفسها للتطبيقات جميعها. حيث يُنشئ المعتدي الإلكتروني موقعًا على الشبكة، يقدم خدمات معينة، ويشترط التسجيل فيه للحصول على هذه الخدمات. يتطلب التسجيل في الموقع اسم مستخدم وكلمة المرور، وهي كلمة المرور نفسها التي يستخدمها الشخص عادة، وبهذه الطريقة يتمكّن المعتدي الإلكتروني من الحصول عليها.

ب – **الجانب النفسي**: يسعى المعتدي الإلكتروني هنا لكسب ثقة مستخدم الحاسوب. ومن ثم، الحصول على المعلومات التي يرغب بها، ومن أشهر الأساليب التي يستخدمها:

١. **الإقناع**: يستطيع المعتدي إقناع الموظف أو مستخدم الحاسوب بطريقة مباشرة، بحيث يقدّم الحجج المنطقية والبراهين. وقد يستخدم طريقة غير مباشرة بحيث يعمد إلى تقديم إيحاءات نفسية، تحث المستخدم على قبول المبررات من دون تحليلها أو التفكير فيها، ويحاول التأثير بهذه الطريقة عن طريق إظهار نفسه بمظهر صاحب السلطة، أو إغراء المستخدم بامتلاك خدمة نادرة، حيث يقدّم له عرضًا معيّنًا من خلال موقعه الإلكتروني لمدة محددة، يمكّنه ذلك من الحصول على كلمة المرور. وقد يلجأ المعتدي الإلكتروني إلى إبراز أوجه التشابه مع الشخص المستهدف؛ لإقناعه بأنه يحمل الصفات والاهتمامات نفسها، فيصبح الشخص أكثر ارتياحًا وأقل حذرًا للتعامل معه، فيقدّم له ما يريد من معلومات.

٢. **انتحال الشخصية والمداهنة**: حيث يتقمّص شخص شخصية آخر، وهذا الشخص قد يكون شخصًا حقيقيًا أو وهميًا. فقد ينتحل شخصية فني في صيانة معدات الحاسوب أو عامل نظافة أو حتى المدير أو السكرتير. وبما أن الشخصية المنتحلة غالبًا تكون ذات سلطة، يبدي أغلب الموظفين خدماتهم، ولن يترددوا بتقديم أي معلومات لهذا الشخص المسؤول.

٣. **مسايرة الركب**: حيث يرى الموظف بأنه إذا قام زملاؤه جميعهم بأمر ما، فمن غير اللائق أن يأخذ هو موقفًا مغايرًا. فعندما يقدّم شخص نفسه على أنه إداري من فريق الدعم الفني، ويرغب بعمل تحديثات على الأجهزة، فإذا سمح له أحد الموظفين بعمل تحديث على جهازه؛ فإن باقي الموظفين يقومون بمسايرة زميلهم غالبًا، والسماح لهذا المعتدي باستخدام أجهزتهم لتحديثها. ومن ثم، يتمكّن من الإطلاع على المعلومات التي يُريدها والمخزّنة على الأجهزة.

أسئلة الفصل

١ – وضّح المقصود بكلٍّ من: أمن المعلومات، الثغرات.

٢ – يهدف أمن المعلومات للحفاظ على ثلاث خصائص أساسية هي: (سرّية المعلومات، وسلامة المعلومات، وتوافر المعلومات) حدّد إلى أي هذه الخصائص يتبع كلّ مما يأتي:

أ – التأكد من عدم حدوث أي تعديل على المعلومات ....

ب– الشخص المخوّل هو الوحيد القادر على الوصول إلى المعلومات والاطلاع عليها ....
....

جـ– الوصول إلى المعلومات يحتاج إلى وقت كبير ....

د – مصطلح مرادف لمفهومي الأمن والخصوصية ....

هـ– المعلومات العسكرية ....

٣ – توجد ثلاثة عوامل رئيسة تؤخذ في الحسبان لتقييم التهديد. بناءً على دراستك الوحدة، حدّد العامل الذي يندرج تحته كلّ مما يأتي:

أ – الرغبة في إثبات القدرات ....

ب– معرفة نقاط القوة والضعف للنظام ....

جـ– تحديد الوقت المناسب لتنفيذ الهجوم الإلكتروني ....

د – الإضرار بالآخرين ....

هـ– الرغبة في الحصول على المال ....

و – القدرة على توفير المعدات والبرمجيات الحاسوبية ....

٤ – عدّد أربعة من أنواع الاعتداءات الإلكترونية، التي تتعرّض لها المعلومات.

٥ – علّل ما يأتي:

أ – استخدام بعض الضوابط في نظام المعلومات.

ب– تُعدّ الهندسة الاجتماعية من أنجح الوسائل وأسهلها للحصول على المعلومات.

٦- قارن بين الضوابط المادية والضوابط الإدارية، من حيث:

وجه المقارنة	الضوابط المادية	الضوابط الإدارية
المقصود بها		
أمثلة عليها		

٧ – وضّح آلية عمل الهندسة الاجتماعية، في كلّ مجال من المجالات الآتية:

المجال	آلية العمل
مكان العمل	
الهاتف	
انتحال الشخصية	
الإقناع	

الفصل الثاني

أمن الإنترنت ٢



يعتمد الافـراد والمؤسسات والحكومـات على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بشكلٍ واسع وفي شتى المجالات، ما أدّى إلى انتشار البرامج والتطبيقات بشكل كبير، منها ما هو مـجاني، ومنها مـا هـو غير معروف المصدر، ومنها ما هو مفتوح – أي أنه يمكن استخدامه على الأجهزة المختلفة – كما انتشرت البرامج المقرصنة والمعلومات الخاصة بكيفية اقتحام المواقع، فكان لا بدّ من إيجاد وسائل تعمل على حماية (الويب) والحدّ من الاعتداءات والأخطار التي تهددها.



أولاً الاعتداءات الإلكترونية على الويب

تتعرض المواقع الإلكترونية لكثير من الاعتداءات الإلكترونية، التي لا يشعر بها المستخدم كونها غير مرئية، ومن الأمثـلة عـلى هـذه الاعتـداءات: الاعتـداء عـلى متصفّح الإنـترنـت Browsers Attack، والاعتداء على البريد الإلكتروني E-mail Attack. وفي ما يأتي توضيح لكلٍّ منهما:

١- الاعتداءات الإلكترونية على متصفّحات الإنترنت.

متصفّح الإنترنت برنامج ينقل المستخدم الى صفحة (الويب) التي يُريدها بمجرد كتابة العنوان والضغط على زر الذهاب، ويمكّنه من مشاهدة المعلومات على الموقع.

يتعرض متصفّح الإنترنت إلى الكثير من الأخطار لأنها قابلة للتغيير من دون ملاحظة ذلك من قِبَل المستخدم، ويمكن أن يتم هذا الاعتداء بطريقتين:

أ – الاعتداء عن طريق (كود) بسيط، يُمكن إضافته إلى المتصفّح وباستطاعته القراءة، والنسخ، وإعادة إرسال أي شيء يتم إدخاله من قِبَل الـمُستخدِم. ويتمثّل التهديد بالقدرة على الوصول إلى الحسابات المالية والبيانات الحسّاسة الأخرى.

ب– توجيه المستخدم إلى صفحة أخرى غير الصفحة التي يُريدها.

٢ – الاعتداءات الإلكترونية على البريد الالكتروني.

تصل الكثير من الرسائل الإلكترونية إلى البريد الإلكتروني، بعض هذه الرسائل الإلكترونية مُزيفة، بعضها يسهُل اكتشافه وبعضها الآخر استُخدم بطريقة احترافية. يحاول المعتدي الإلكتروني التعامل مع الأشخاص القليلي الخبرة، حيث يُقدّم عروض شراء بعض المنتجات بأسعار زهيدة أو رسائل تحمل عنوان كيف تصبح ثريًّا، وهذه الرسائل تحتوي روابط يتم الضغط عليها للحصول على مزيد من المعلومات. وغيرها من الرسائل الـمُزيفة والـمُضللة التي تحتاج الى وعي من الـمُستخدم.



ثانيًا تقنية تحويل العناوين الرقمية

هي التقنية التي تعمل على إخفاء العنوان الرقمي للجهاز في الشبكة الداخلية، ليتوافق مع العنوان الرقمي الـمُعطى للشبكة. ومن ثم، فإن الجهاز الداخلي غير معروف بالنسبة إلى الجهات الخارجية وهذا يُسهم في حمايته من أي هجوم قد يُشن عليه بناءً على معرفة العناوين الرقمية، وهي إحدى الطرائق الـمُستخدمة لحماية المعلومات من الاعتداءات الإلكترونية، فكيف يتم ذلك؟

١– العناوين الرقميّة الإلكترونية IP Addresses

يرتبط ملايين الأشخاص عبر شبكة الإنترنت بملايين الأجهزة، ولكلّ جهاز حاسوب أو

هاتف خلوي عنوان رقمي خاص به يميزه عن غيره يُسمّى:
(Internet Protocol Address (IP Address))، يتكون من أربعة مقاطع يفصل بينها نقاط، وهذا ما يُسمّى (IPv4) وكلّ مقطع من هذه المقاطع يتضمّن رقمًا من (0) إلى (255) كالآتي:

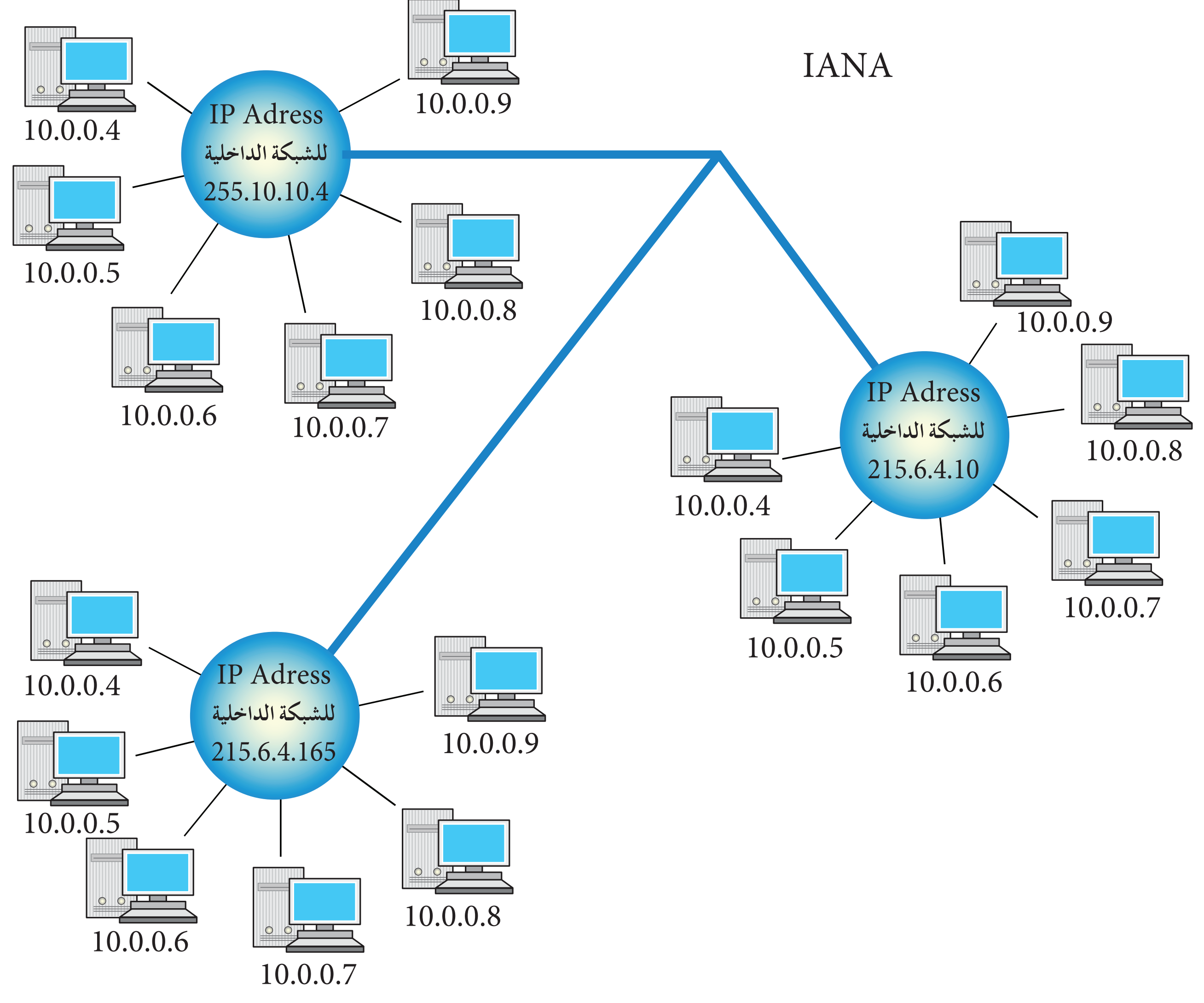
215.002.004.216

ونظرًا للتطوّر الهائل في أعداد مستخدمي الإنترنت. ظهرت الحاجة إلى عناوين إلكترونية أكثر، وطوّرت هذه العناوين لما يُسمّى IPv6، الذي يتكوّن من ثمانية مقاطع بدلًا من أربعة. ولحلِّ هذه المشكلة أيضًا تم إيجاد ما يُسمّى تقنية تحويل العناوين الرقمية، أو ما اصطلح على تسميته (Network Address Translation(NAT)).

٢- مفهوم تقنية تحويل العناوين الرقميّة NAT

تتمتع أيانا (IANA) بالسلطة المسؤولة عن منح أرقام الإنترنت المخصصة لإعطاء العناوين الرقمية للأجهزة على الإنترنت. وبسبب قلة أعداد هذه العناوين مقارنة بعدد المستخدمين؛ فإنها تعطي الشبكة الداخلية عنوانًا واحدًا (أو مجموعة عناوين) ويكون معرِّفًا لها عند التعامل في شبكة الإنترنت. مثلًا، الشكل (٤-٢) يُبيّن وجود ثلاث شبكات داخلية، وكل شبكة مُنحت عنوانًا خاصًا بها على الإنترنت مختلفًا عن العناوين الأخرى. مثلًا، العنوان 255.10.10.4 هو لشبكة على الإنترنت، وهذا العنوان لا يمكن ان يُمنح لشبكة أخرى، وكذلك الأمر بالنسبة إلى العنوانين 215.6.4.10 و 215.6.4.165.

تُعطي الشبكة الداخلية كل جهاز داخل الشبكة عنوانًا رقميًا لغرض الاستخدام الداخلي فقط، ولا يعترف بهذا العنوان خارج الشبكة، وهذا يعني أن العنوان الرقمي للجهاز داخل الشبكة كما يُظهر الشكل (٤-٢) يمكن أن يتكرر في أكثر من شبكة داخلية، مثل العنوان (10.0.0.8)، لكن العنوان الرقمي للشبكة الداخلية لن يتكرر.

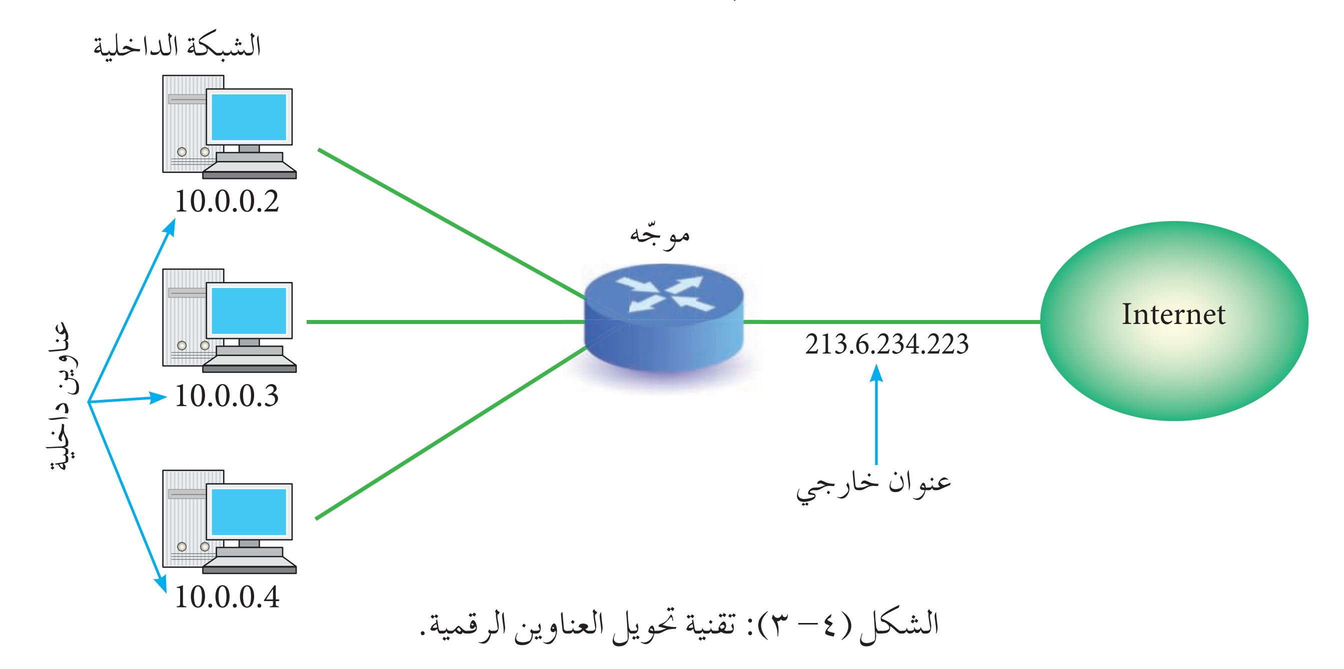


الشكل (٤ - ٢): العناوين الرقمية للشبكات والأجهزة.

وعند رغبة أحد الأجهزة بالتواصل مع جهاز خارج الشبكة الداخلية، يعدّل العنوان الرقمي الخاص به، باستخدام تقنية تحويل العناوين الرقمية (NAT). وذلك يتم باستخدام جهاز وسيط، يكون غالبًا موّجهًا (Router) أو جدارًا ناريًّا (Firewall) يحوّل العنوان الرقمي الداخلي إلى **عنوان رقمي خارجي**. ويُسجّل ذلك في سجل خاص للمتابعة.

يتم التواصل مع الجهاز الهدف في الشبكة الأخرى عن طريق هذا الرقم الخارجي، على أنه العنوان الخاص بالجهاز الـمُرسِل. وعندما يقوم الجهاز الهدف بالرد على رسالة الجهاز الـمُرسِل، تصل إلى الجهاز الوسيط الذي يحوّل **العنوان الرقمي الخارجي** إلى عنوان داخلي من خلال سجل

المتابعة لديه، ويُعيده بذلك إلى الجهاز الـمُرسِل. وهذا ما يوضّحه الشكل (٤–٣).



الشكل (٤– ٣): تقنية تحويل العناوين الرقمية.

٣ – آلية عمل تقنية تحويل العناوين الرقمية

تعمل تقنية تحويل العناوين الرقمية بعدة آليات، منها:

أ – **النمط الثابت**: ويتم عن طريق هذا النمط تخصيص عنوان رقمي خارجي لكلّ جهاز داخلي، وهذا العنوان الرقمي ثابت لا يتغير.

ب – **النمط المتغير**: بهذه الطريقة يكون لدى الجهاز الوسيط عدد من العناوين الرقمية الخارجية، ولكنها غير كافية لعدد الأجهزة في الشبكة. هذه العناوين تبقى مُتاحة لجميع الأجهزة على الشبكة، وعند رغبة أحد الأجهزة بالتراسل خارجيًّا؛ فإنه يتواصل مع الجهاز الوسيط الذي يعطيه عنوانًا خارجيًّا مؤقتًا يستخدمه لحين الانتهاء من عملية التراسل، ويُعدّ هذا العنوان عنوانًا رقميًّا خاصًّا بالجهاز. عند انتهاء عملية التراسل، يفقد الجهاز الداخلي هذا العنوان، ويُصبح العنوان مُتاحًا للتراسل مرة أخرى. وعند رغبة الجهاز نفسه بالتراسل مرة أخرى، قد يُعطى عنوانًا مختلفًا عن المرة السابقة، وهذا ما يُفسّر اختلاف IP Address للجهاز نفسه عند تراسله أكثر من مرة.

أسئلة الفصل

١– ما أسباب إيجاد وسائل تقنية لحماية الإنترنت؟

٢– ما أشهر الاعتداءات على (الويب)؟

٣– حدّد نوع الاعتداء في كلٍّ مما يأتي:

أ – توجيه المستخدم إلى صفحة أخرى غير الصفحة التي يريدها.

ب– كود بسيط يُمكن إضافته إلى المتصفّح وباستطاعته القراءة، والنسخ، واعادة الإرسال لأي شيء يتم إدخاله من قِبَل الـمُستخدم.

جـ– يتضمن عروضًا وهمية ومضلّلة، ويحتوي رابطًا يتم الضغط عليه للحصول على معلومات إضافية.

٤ – وضّح ما يأتي:

أ – تحدث اعتداءات على (الويب) من خلال البريد الإلكتروني.

ب– تُحافظ تقنية تحويل العناوين الرقمية على أمن المعلومات في (الويب).

٥ – ما الفرق بين العناوين الرقمية IPv4 و IPv6؟

٦ – مَن السلطة المسؤولة عن منح أرقام الإنترنت المخصصة لإعطاء العناوين الرقمية؟

٧ – ما وظيفة الجهاز الوسيط؟

٨ – قارن بين طريقتي العمل لكلٍّ من:

النمط الثابت لتحويل العناوين الرقمية، والنمط المتغير لتحويل العناوين الرقمية.

الفصل الثالث

التشفير

٣

ظهرت الحاجة للحفاظ على سرّيّة المعلومات منذ قِدَم البشرية، في المجالين العسكري والدبلوماسي خاصّة، وتمّ آنذاك إيجاد الوسائل التي يمكن نقل الرسالة عن طريقها والمحافظة على سرّيتها في الوقت نفسه. ومع تطوّر العلم والوسائل التكنولوجية الحديثة، كان لا بدّ من إيجاد طرائق لحمايتها. وهذا ما ستتعرف إليه في هذا الفصل.





أولاً مفهوم علم التشفير وعناصره

يُستخدم في وقتنا الحاضر مفهوم تشفير المعلومات عند إجراء عمليات التراسل كثيرًا. فما التشفير؟ وما عناصره؟ وما الهدف منه؟

١ – مفهوم التشفير والهدف منه

التشفير هو تغيير محتوى الرسالة الأصلية سواء أكان التغيير بمزجها بمعلومات أخرى، أم استبدال الأحرف الأصلية والمقاطع بغيرها، أم تغيير لمواقع الأحرف بطريقة لن يفهمها إلّا مُرسِل الرسالة ومُستقبِلها فقط، باستخدام خوارزمية معيّنة ومفتاح خاص.

يهدف التشفير إلى الحفاظ على سرّية المعلومات في أثناء تبادلها بين مُرسِل المعلومة ومُستقبِلها،



وعدم الاستفادة منها أو فهم محتواها؛ حتى لو تم الحصول عليها من قِبَل أشخاص معترضين. لذا، يُعدّ التشفير من أفضل الطرائق المُستخدمة للحفاظ على أمن المعلومات، حيث يعمل على إخفائها عن الأشخاص غير المصرح لهم بالاطلاع عليها.

٢ – عناصر عملية التشفير

تتضمّن عملية التشفير أربعة عناصر أساسية، هي:

أ – **خوارزمية التشفير**: تعلمت سابقًا أن الخوارزمية مجموعة من الخطوات المتسلسلة منطقيًّا ورياضيًّا لحلّ مشكلة ما، ويُقصد بخوارزمية التشفير مجموعة الخطوات المُستخدمة لتحويل الرسالة الأصلية إلى رسالة مُشفّرة، وسنتحدث عنها بالتفصيل لاحقًا.

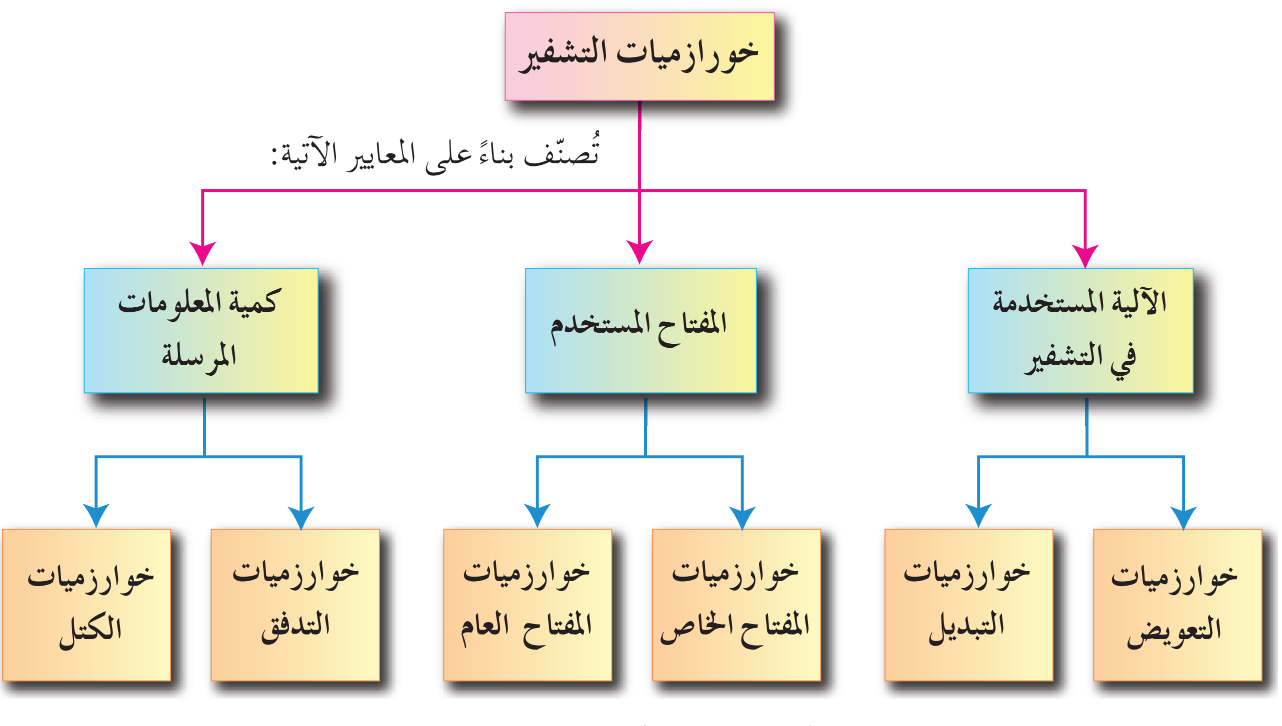
ب– **مفتاح التشفير**: وهو سلسلة الرموز أو عدد الأسطر المُستخدمة في خوارزمية التشفير، وتعتمد قوة التشفير على قوة هذا المفتاح.

جـ– **النص الأصلي**: يُقصد بها محتوى الرسالة الأصلية قبل التشفير. وبعد عملية فكّ التشفير.

د – **نص الشيفرة**: الرسالة بعد عملية التشفير.

ثانيًا خوارزميات التشفير

تُصنّف خوارزميات التشفير بناءً على عدّة معايير منها: استخدام المفتاح، وكمية المعلومات الـمُرسلة، والآلية الـمُستخدمة في عملية التشفير. والشكل (٤-٤)، يوضّح بعضًا من أنواع خوارزميات التشفير.



الشكل (٤-٤): أنواع الخورازميات.

وفي ما يأتي شرح لكلٍّ منها:

١ - التشفير المعتمد على آلية التشفير

يُقسم هذا النوع إلى: طريقة التشفير بالتعويض، وتعني استبدال حرف مكان حرف أو مقطع مكان مقطع، ومثال عليها شيفرة الإزاحة التي دُرست في الصف العاشر الأساسي. وطريقة التشفير بالتبديل، ويتم فيها تبديل أماكن الأحرف، وذلك عن طريق إعادة ترتيب أحرف الكلمة؛ بشرط استخدام الأحرف نفسها من دون إجراء أي تغيير عليها، وعند تنفيذ عملية التبديل، يختفي معنى النص الحقيقي، وهذا يُشكّل عملية التشفير، شريطة أن تكون قادرًا على استرجاع النص الأصلي منها، وهذا ما يُسمّى عملية فكّ التشفير.

وفي ما يأتي، توضيح لخوارزمية الخط المتعرج التي تستخدم آلية التشفير بالتبديل.

خوارزمية الخط المتعرج Zig Zag Cipher

تتميز خوارزمية الخط المتعرج بأنها خوارزمية سهلة وسريعة، ويمكن تنفيذها يدويًّا باستخدام الورقة والقلم، كما أنه يمكن فكّ تشفيرها بسهولة.

أ - **خطوات التشفير**: للقيام بتشفير النص حسب خوارزمية الخط المتعرج، اتبع الخطوات الآتية:

١ . حدّد عدد الأسطر التي ستُستخدم لتشفير النص. حيث إن عدد الأسطر يُعدّ مفتاح التشفير، ولا يلزمنا معرفة عدد الأعمدة (ابدأ بأي عدد من الأعمدة ويمكن الزيادة عند الحاجة).

لاحظ

مفتاح التشفير يتم الاتفاق عليه مسبقًا من قِبَل مُرسِل الرسالة ومُستقبِلها فقط. وسيتم تزويدك به لغايات حلّ السؤال.

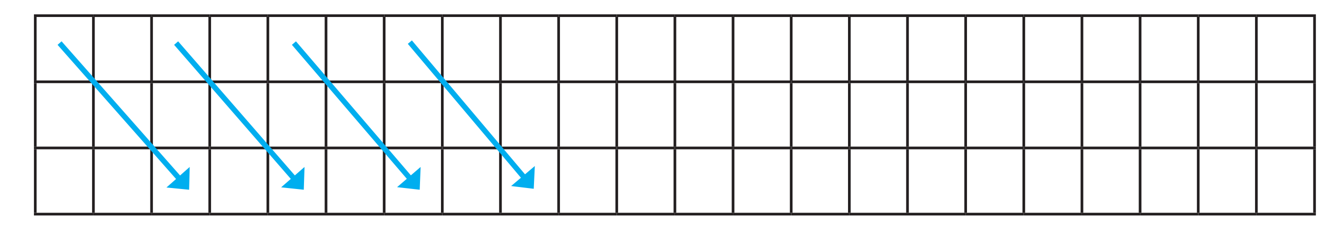
٢ . املأ الفراغ في النص الأصلي بمثلث مقلوب ∇.

لاحظ

استخدام المثلث المقلوب بديلًا للفراغ لغايات تسهيل الحلّ فقط.

٣ . أنشىء جدولًا يعتمد على عدد الأسطر (مفتاح التشفير).

٤ . وزّع أحرف النص المراد تشفيره بشكل قطري، حسب اتجاه الأسهم.



٥ . ضع مثلثًا مقلوبًا ∇ في الفراغ الأخير، ليكون عددُ الرموزِ في كلِ سطر متساويًا.

٦ . اكتب النص الـمُشفّر سطرًا سطرًا.

مثال (١):

شفّر النص الآتي، علمًا بأن مفتاح التشفير سطران.

I love my country

الحلّ:

لإيجاد النص الـمُشفّر للنص السابق، اتبع الخطوات الآتية:

أ – حدّد مفتاح التشفير وهو سطران.

ب– املأ الفراغ بالنص الأصلي بمثلث مقلوب ▽ .

النص الأصلي: I ▽ love ▽ my ▽ country

جـ– أنشيء جدولًا، علمًا بأن عدد الصفوف = ٢ .

د – وزّع أحرف النص بشكل قطري، حسب اتجاه الأسهم.

I		l		v		▽		y		c		u		t		y	
	▽		o		e		m		▽		o		n		r		

هـ – ضع مثلثًا مقلوبًا ▽ في الفراغ الأخير، وذلك كي تصبح الأطوال متساوية.

I		l		v		▽		y		c		u		t		y	
	▽		o		e		m		▽		o		n		r		▽

و – اكتب النص الـمُشفّر سطرًا سطرًا.

النص الأصـلي: I love my country

النص الـمُشفّر: Ilv ▽ ycuty ▽ oem ▽ onr

Ilv ycuty oem onr

نلاحظ بأن النص الـمُشفّر أخفى الرسالة، ولن يستطيع أي شخص متطفّل أن يفهم محتواها.

لاحظ

١ – يمكن تشفير أحرف اللغة العربية باستخدام هذه الخوارزميات، ولكنها غير متضمنة في الكتاب، وغير مطلوبة من الطلبة.

٢ – تشفير نص يحتوي على علامات ترقيم غير متضمن، وغير مطلوب في هذا الكتاب.

٣– لا فرق في هذا المنهاج بين الحروف الكبيرة والصغيرة.

مثال (٢):

جد النص الـمُشفّر للنص الأصلي الآتي، علمًا بأن مفتاح التشفير هو خمسة أسطر.

Stay positive this year makes you happy all life

الحلّ:

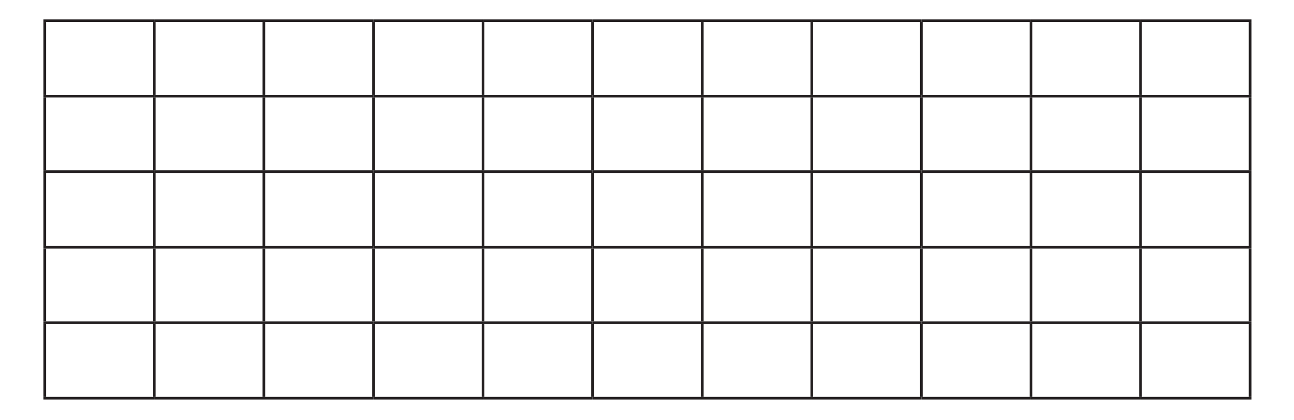
لتشفير النص السابق، اتبع الخطوات الآتية:

أ – حدّد مفتاح التشفير وهو خمسة أسطر، وتذكّر بأنه لا يلزمنا معرفة عدد الأعمدة.

ب– املأ الفراغ بالنص الأصلي بمثلث مقلوب ▽ .

Stay ▽ positive ▽ this ▽ year ▽ makes ▽ you ▽ happy ▽ all ▽ life

جـ– أنشئ جدولًا مكوّنًا من خمسة أسطر، وأضف عددًا من الأعمدة عند الحاجة.



د – وزّع الأحرف بشكل قطري، حسب اتجاه الأسهم.

Stay ▽ positive ▽ this ▽ year ▽ makes ▽ you ▽ happy ▽ all ▽ life

s		p		i		h		e		a		y		a		a		i				
	t		o		v		i		a		k		o		p		l		f			
		a		s		e		s		r		e		u		p		l		e		
			y		i		▽		▽		▽		s		▽		y		▽			
				▽		t		t		y		m		▽		h		▽		l		

هـ – ضع مثلثًا مقلوبًا ▽ في الفراغ الأخير من السطرين الأخيرين، وذلك كي يُصبح عدد الرموز متساويًا في كل الأسطر.

s		p		i		h		e		a		y		a		a		i				
	t		o		v		i		a		k		o		p		l		f			
		a		s		e		s		r		e		u		p		l		e		
			y		i		▽		▽		▽		s		▽		y		▽		▽	
				▽		t		t		y		m		▽		h		▽		l		▽

و – نكتب النص الـمُشفّر سطرًا سطرً، ونرتّبه على التوالي.

السطر الأول	S p i h e a y a a i
السطر الثاني	t o v i a k o p l f
السطر الثالث	a s e s r e u p l e
السطر الرابع	y i ▽ ▽ ▽ s ▽ y ▽ ▽
السطر الخامس	▽ t t y m ▽ h ▽ l ▽

النص الـمُشفّر:

Spiheayaaitoviakoplfasesreupleyi ▽ ▽ ▽ s ▽ y ▽ ▽ ▽ ttym ▽ h ▽ l ▽

Spiheayaaitoviakoplfasesreupleyi s y ttym h l

نشاط (٤ - ١): التشفير باستخدام خوارزمية الخط المتعرج.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، شفّر النصوص الآتية باستخدام خوارزمية الخط المتعرج.

- Stop thinking about your past mistakes

مفتاح التشفير أربعة أسطر.

- Never give up on your goals

مفتاح التشفير ثلاثة أسطر.

ب- **عملية فكّ التشفير**: للقيام بفك تشفير رسالة، اتبع الخطوات الآتية:

١ . املأ الفراغات بمثلث مقلوب.

٢ . قسّم النص الـمُشفّر إلى أجزاء، اعتمادًا على عدد الأسطر (مفتاح التشفير). أي أن عدد الأجزاء يساوي عدد الأسطر. ولتحديد عدد الأحرف في كل جزء؛ نقوم بما يأتي:

مجموع أحرف النص الـمُشفّر (بما فيها الفراغات) ÷ عدد الأجزاء

٣ . اكتب الحرف الأول من كل جزء، ثم الحرف الثاني، ثم الحرف الثالث، وهكذا...

مثال (٣):

جد النص الأصلي للنص الـمُشفّر الآتي، علمًا بأن مفتاح التشفير سطران.

Ilv ycuty oem onr

الحلّ:

لإيجاد النص الأصلي، اتبع الخطوات الآتية:

أ - املأ الفراغات بمثلث مقلوب.

Ilv ▽ ycuty ▽ oem ▽ onr

ب- قسّم النص الـمُشفّر إلى جزأين (سطرين)؛ لأن مفتاح التشفير سطران. إذا كان الناتـج عددًا كسريًّا، نقرّبه إلى أقرب عدد صحيح أكبر منه.

١٧ ÷ ٢ = ٨,٥

٨,٥ عدد صحيح نقرّبه إلى العدد ٩ . ومن ثم، فإن الجزء الأول يتكوّن من تسعة رموز.

الجزء الأول	Ilv ▽ ycuty
الجزء الثاني	▽ oem ▽ onr

جـ- نأخذ الحرف الأول من كلّ جزء بشكل عمودي (حرف I من الجزء الأول والمثلث المقلوب من الجزء الثاني)، ثم الحرف الثاني من كل جزء (l من الجزء الأول و o من الجزء الثاني)، نضمّها للأحرف السابقة، وهكذا...

I ▽ love ▽ my ▽ country

النص الأصلي: I love my country

مثال (٤):

جد النص الأصلي للنص الـمُشفّر الآتي؛ باستخدام خوارزمية الخط المتعرج، علمًا بأن مفتاح التشفير هو خمسة أسطر.

النص الـمُشفّر:

Spiheayaaitoviakoplfasesreupleyi ∇ ∇ ∇ s ∇ y ∇ ∇ ∇ ttym ∇ h ∇ l ∇

الحلّ:

لإيجاد النص الأصلي، قم بما يأتي:

أ – قسّم النص الـمُشفّر إلى أجزاء، اعتمادًا على عدد الأسطر (مفتاح التشفير).

مفتاح التشفير = عدد الأسطر = خمسة

لتحديد عدد الأحرف في كلّ جزء، قم بـما يأتي:

مجموع أحرف النص الـمُشفّر ÷ عدد الأجزاء

٥٠ ÷ ٥ = ١٠ أحرف في كل جزء.

السطر الأول	S	p	i	h	e	a	y	a	a	i
السطر الثاني	t	o	v	i	a	k	o	p	l	f
السطر الثالث	a	s	e	s	r	e	u	p	l	e
السطر الرابع	y	i	∇	∇	∇	s	∇	y	∇	∇
السطر الخامس	∇	t	t	y	m	∇	h	∇	l	∇

٢ – يؤخذ الحرف الأول من كل جزء: الحرف S من الجزء الأول، والحرف t من الجزء الثاني، و a من الجزء الثالث، و y من الجزء الرابع، والمثلث المقلوب من الجزء الخامس، ونضمّها إلى بعضها بعضًا، ثم الحرف الثاني من كل جزء، ثم الثالث وهكذا...

Stay ∇ positive ∇ this ∇ year ∇ makes ∇ you ∇ happy ∇ all ∇ life

النص الأصلي:

Stay positive this year makes you happy all life

نشاط (٤ - ٢): فكّ التشفير باستخدام خوارزمية الخط المتعرج.

بالتعاون مع أفراد مجموعتك، فكّ تشفير النصوص الآتية باستخدام خوارزمية الخط المتعرج.

- Bieno ∇ itsee ∇ ∇ uali ∇ lviyrbie ∇.

علمًا بأن مفتاح التشفير ثلاثة أسطر.

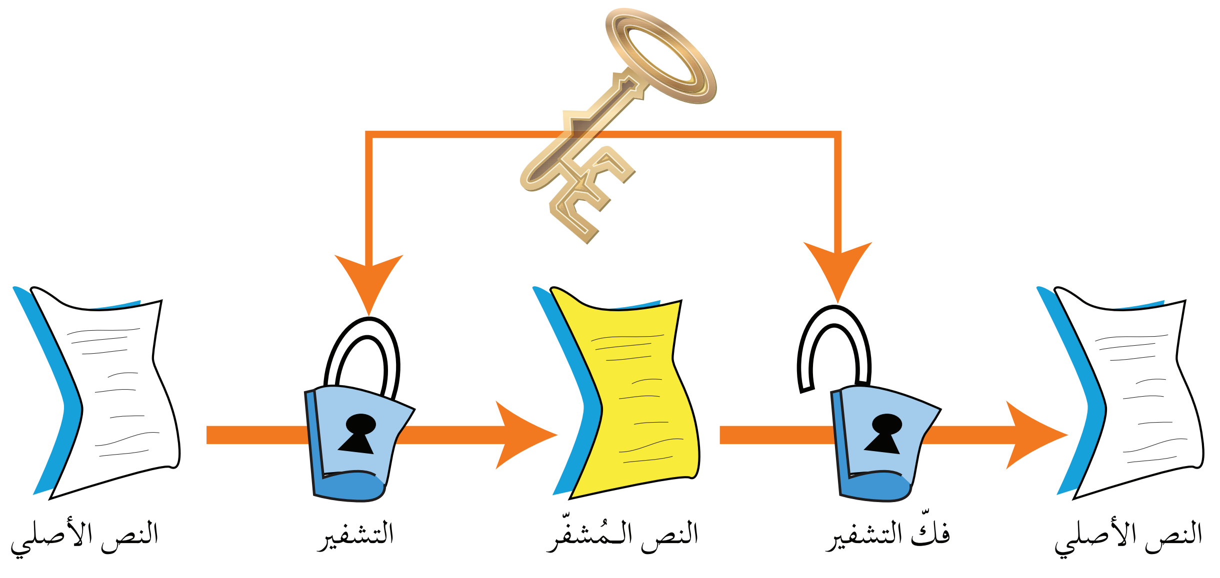
- Eoterkodnhmon∇u∇eemelci∇n∇siasmtdsgt∇o∇a∇hi∇vfrtt.

مفتاح التشفير سبعة أسطر.

٢ – التشفير المعتمد على المفتاح

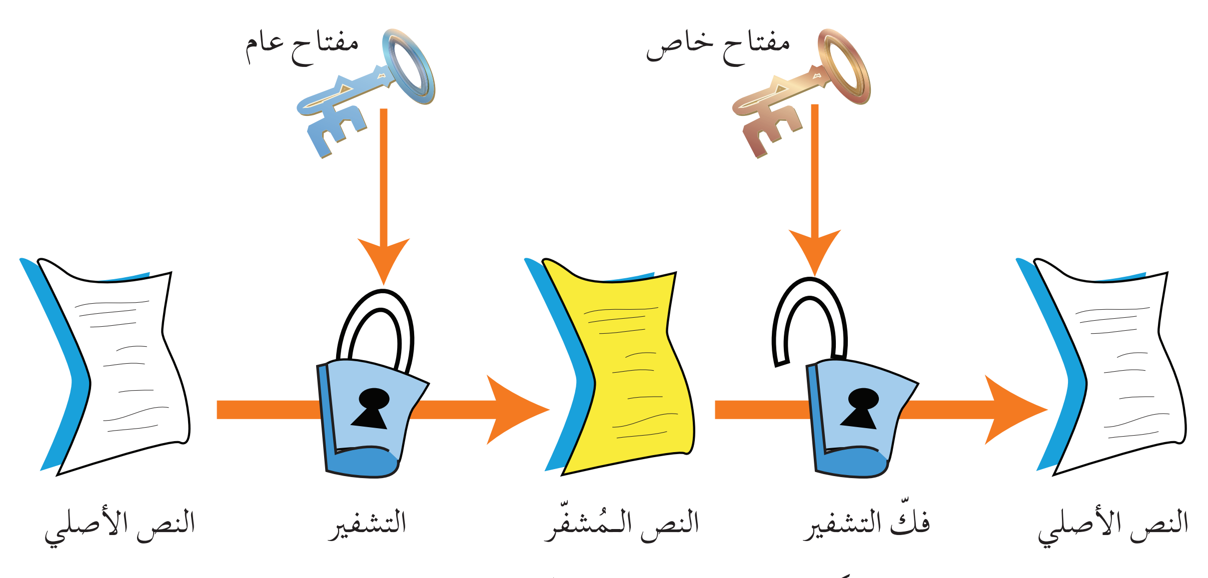
يعتمد هذا النوع من خوارزميات التشفير على عدد المفاتيح الـمُستخدمة في عملية التشفير. وعليه، فإن أمن الرسالة أو المعلومة يعتمد على سرّية المفتاح، وليس على تفاصيل الخوارزمية. يقسم هذا النوع إلى قسمين:

أ – **خوارزميات المفتاح الخاص** (Private–key Algorithms): يُطلق عليها أيضًا اسم الخوارزميات التناظرية، حيث إن المفتاح نفسه يُستخدم لعمليتي التشفير وفكّ التشفير، ويتم الاتفاق على اختياره قبل بدء عملية التراسل بين الـمُرسِل والـمُستقبِل؛ لذا، تُسمّى أيضًا **خوارزميات المفتاح السري**، انظر الشكل (٤–٥).



الشكل (٤–٥): خوارزمية المفتاح الخاص.

ب- **خوارزميات المفتاح العام** (Public- Key Algorithms): تستخدم هذه الخوارزميات مفتاحين، أحدهما يُستخدم لتشفير الرسالة ويكون معروفًا (للمُرسِل والـمُستقبِل) ويُسمّى المفتاح العام، والآخر يكون معروفًا لدى الـمُستقبِل فقط، ويُستخدم لفكّ التشفير ويُسمّى المفتاح الخاص، يتم إنتاج المفتاحين خلال عمليات رياضية، ولا يُمكن معرفة المفتاح الخاص من خلال معرفة المفتاح العام. يُسمّى هذا النوع أيضًا **الخوارزميات اللاتناظرية**، انظر الشكل (٤- ٦).



الشكل (٤- ٦): خوارزمية المفتاح العام.

٢ - التشفير المعتمد على كمية المعلومات المرسلة

يُقسم التشفير المعتمد على كمية المعلومات المرسلة إلى قسمين:

أ - **شيفرات التدفق**: يعمل هذا النوع من الخوارزميات على تقسيم الرسالة إلى مجموعة أجزاء، ويُشفّر كل جزء منها على حدة، ومن ثم يرسله.

ب- **شيفرات الكتل**: تُقسم الرسالة أيضًا إلى أجزاء ولكن بحجم أكبر من حجم الأجزاء في شيفرات التدفّق، ويُشفّر أو يفكّ تشفير كل كتلة على حدة. يختلف عن شيفرات التدفق، بأن حجم المعلومات أكبر؛ لذا، فإنها أبطأ.

أسئلة الفصل

١ – وضّح المقصود بكلٍّ من: التشفير، فكّ التشفير.

٢ – فسّر ما يأتي:

يُعدّ التشفير من أفضل الوسائل الـمُستخدمة للحفاظ على أمن المعلومات.

٣ – إلامَ يهدف علم التشفير؟ وما عناصره؟

٤ – حدّد إلى أي من عناصر التشفير يتبع كل مما يأتي:

أ – مجموعة من الخطوات الـمُستخدمة لتحويل الرسالة الأصلية إلى رسالة مُشفّرة ....

ب– الرسالة بعد عملية التشفير ....

جـ– سلسلة من الرموز التي تُستخدم من خلال خوارزمية التشفير ....

د – الرسالة قبل عملية التشفير ....

٥ – عدّد المعايير التي تُصنّف خوارزميات التشفير بناءً عليها.

٦ – ما الفرق بين طريقتي التشفير باستخدام عملية التبديل وعملية التعويض.

٧ – لماذا سُميّت خوارزميات المفتاح الخاص بهذا الاسم؟

٨ – أوجد النص الـمُشفّر لكلّ نص مما يأتي، باستخدام خوارزمية الخط المتعرج Zig Zag:

أ – Let us keep our home safe and united

علمًا بأن مفتاح التشفير: ثلاثة أسطر.

ب– Investing in people is more important than investing in things

علمًا بأن مفتاح التشفير: ثمانية أسطر.

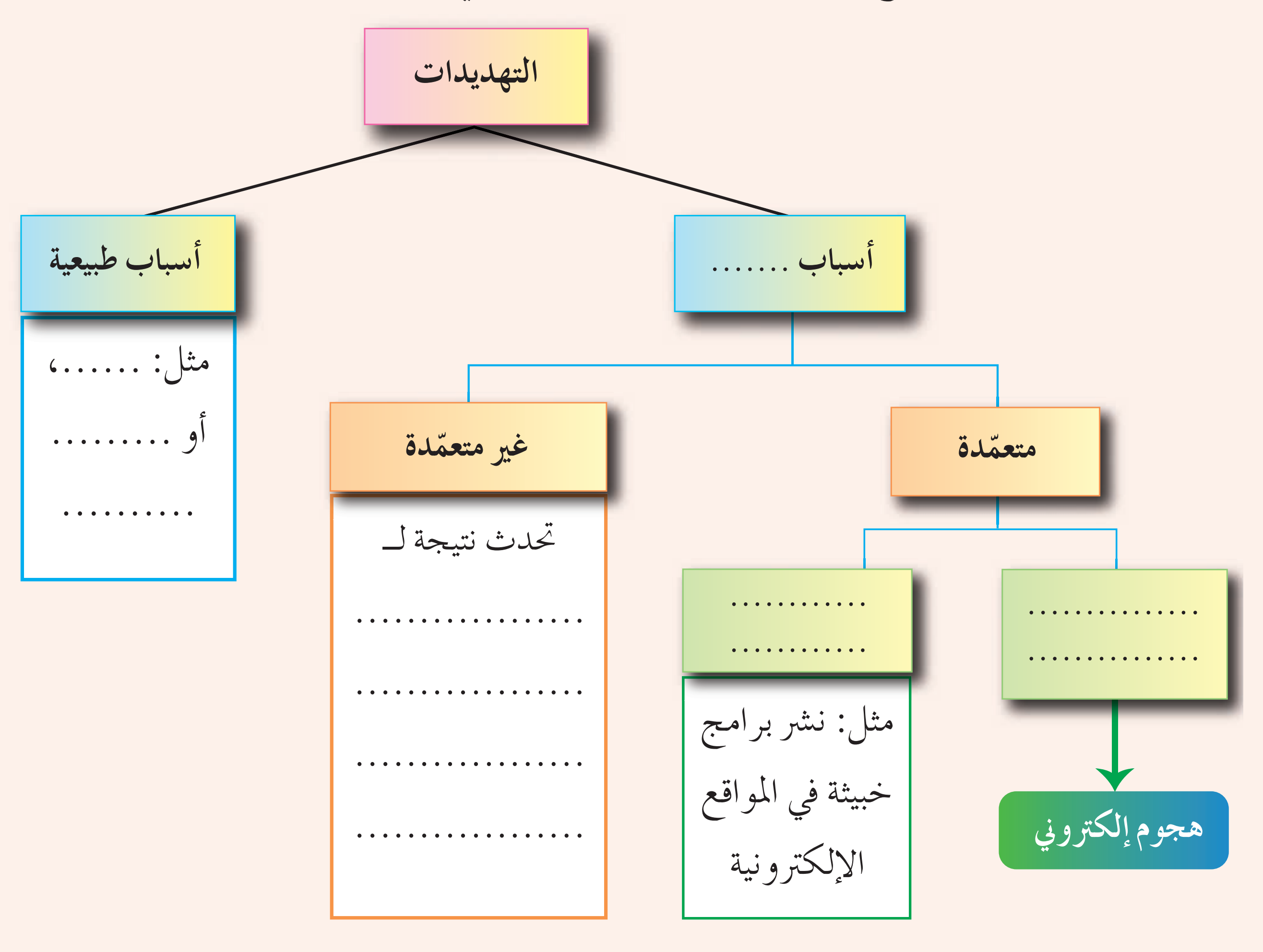
٩ – فكّ تشفير النص الآتي؛ مستخدمًا خوارزمية الخط المتعرج Zig Zag، علمًا بأن مفتاح التشفير عشرة أسطر.

النص الـمُشفّر:

Tnr ∇ ∇ o ∇ eie ∇ t ∇ ndbhwvureeeci ∇ ∇ sagfmtthuu ∇ ittsioeutnn

أسئلة الوحدة

١ – بناءً على دراستك أنواع التهديدات، أكمل الشكل الآتي:



٢ – وضّح المقصود بالمفاهيم الآتية: الهندسة الاجتماعية، السلامة، مفتاح التشفير.

٣ – عند تعرض المعلومات للهجمات الالكترونية يتأثر واحد أو أكثر من عناصر أمن المعلومات في ما يأتي بعض الاعتراضات للبيانات، حدّد عناصر أمن المعلومات التي تتأثر بها.

أ – اعتراض الرسالة والتغيير على محتواها ....

ب– الهجوم المزوّر أو المفبرك ....

جـ– التنصّت على الرسائل ....

د – إدعاء شخص بأنه صديق ويحتاج إلى معلومات ....

هـ– قطع قناة الاتصال ....

٤ – فسّر، اختلاف IP address للجهاز عند تراسله أكثر من مرة.

٥ – من المخاطر التي تُهدّد الشبكات وجود الثغرات، اذكر ثلاثة أمثلة عليها.

٦ – ما الوسائل التي يستخدمها المعتدي الإلكتروني، للتأثير في الجانب النفسي للشخص المستهدف؟

٧ – تُعدّ الثغرات من المخاطر التي تهدد أمن المعلومات. وضّح ذلك.

٨ – أوجد النص الـمُشفّر لكلّ نص مما يأتي، مستخدمًا خوارزمية الخط المتعرج Zig Zag:

أ – Youth is the future and the spirit of our home

علمًا بأن مفتاح التشفير أربعة أسطر.

ب– School is the place where great people and ideas are formed

علمًا بأن مفتاح التشفير ستة أسطر.

٩ – فك تشفير كلّ نص من النصوص الآتية، مستخدمًا خوارزمية الخط المتعرج Zig Zag علمًا بأن مفتاح التشفير ستة أسطر.

النص الـمُشفّر:

Hwote ∇ ∇ eoem ∇ esp ∇ meeupwl ∇ et ∇ s ∇ ee ∇ ∇ ∇ l ∇ iea ∇ shektts ∇

١٠– حدّد أنواع خوارزميات التشفير، إذا قُسّمت بناءً على المعايير الآتية:

أ – المفتاح الـمُستخدم.

ب– كمية المعلومات الـمُرسلَة.

جـ– العملية الـمُستخدمة في التشفير.

تقويم ذاتي

اعتمادًا على ما درسته في هذه الوحدة، قوّم نفسك ذاتيًّا بتعبئة قائمة الرصد الآتية:

الرقم	المهــارة	درجة الإتقان	
		نعم	لا
١	أُعرّف أمن المعلومات، وعناصره الأساسية وأهدافه.		
٢	أُحدّد أنواع المخاطر والاعتداءات الإلكترونية التي تهدد الشبكات، والضوابط الـمُستخدمة للحد من هذه التهديدات.		
٣	أُوضّح المقصود بالهندسة الاجتماعية.		
٤	أُحدّد مجالات الهندسة الاجتماعية.		
٥	أُوضّح آلية عمل تقنية تحويل العناوين الرقمية.		
٦	أُعدّد أنماط تقنية تحويل العناوين الرقمية.		
٧	أُعرّف مفهوم التشفير وعناصره، وأُحدد الهدف منه.		
٨	أُوضّح المقصود بكلّ عنصر من عناصر عملية التشفير.		
٩	أذكر أنواع خوارزميات التشفير، بناءً على معيار مُعين.		
١٠	أُشفّر نصًّا باللغة الإنجليزية؛ باستخدام خوارزمية الخط المتعرج Zig Zag، وأفكّ تشفيره.		
١١	أُقارن بين خوارزميات التشفير.		

مسرد المصطلحات

- **النظام العددي** (Numbering System): مجموعة من الرموز، وقد تكون هذه الرموز أرقامًا أو حروفًا، مرتبطة مع بعضها بمجموعة من العلاقات، وفق أسس وقواعد معينة، لتشكّل الأعداد ذات المعاني الواضحة والاستخدامات المتعددة.
- **النظام العشري** (Decimal System): أكثر أنظمة العدّ استعمالًا، ويتكوّن من عشرة رموز هي (0،1،2،3،4،5،6،7،8،9)، ويكون أساس هذا النظام هو (10)؛ لاحتوائه على عشرة رموز.
- **النظام الثنائي** (Binary System): نظام عدّ مستخدم في الحاسوب، أساسه 2، ويتكوّن من رمزين فقط هما 0 و 1 .
- **النظام الثماني** (Octal System): أحد أنظمة العدّ الموضعية، أساسه (8)، يتكوّن من ثمانية رموز هي (0،1،2،3،4،5،6،7).
- **النظام السادس عشر** (Hexadecimal System): أحد أنظمة العدّ الموضعية، أساسه (16)، يتكوّن من ستة عشر رمزًا، هي:

  (0 ،1 ،2 ،3 ،4 ،5 ،6 ،7 ،8 ،9 ،A ،B ،C ،D ،E ،F)
- **الذكاء الاصطناعي** (Artificial Intelligence/AI): علم من علوم الحاسوب يختص بتصميم وتمثيل وبرمجة نماذج حاسوبية في مجالات الحياة المختلفة، تحاكي في عملها طريقة تفكير الإنسان، وردود أفعاله في مواقف معينة.
- **تمثيل المعرفة** (Knowledge Representation): تنظيم المعرفة وترميزها وتخزينها، إلى ما هو موجود في الذاكرة.
- **تعلّم الآلة** (Machine Learning): قدرة برامج الذكاء الاصطناعي على التعلم آليًّا عن طريق الخبرة المخزنة داخله.
- **علم الروبوت** (Robotics): العلم الذي يهتم بتصميم وبناء وبرمجة الروبوتات؛ لتتفاعل مع البيئة المحيطة.
- **الروبوت**: آلة إلكترو– ميكانيكية، تُبرمج بوساطة برامج حاسوبية خاصة، للقيام بالكثير من الأعمال، منها الخطرة والشاقة والدقيقة.
- **الحسّاسات** (Sensors): صلة الوصل بين الروبوت والبيئة المحيطة، تكون وظيفتها جمع البيانات من البيئة المحيطة ومعالجتها؛ ليتم الاستجابة لها من قبل الروبوت بفعل معيّن.
- **المحاكاة**: هي تقليد أو تمثيل لأحداث أو عمليات من واقع الحياة، كي يتيسّر عرضها والتعمّق فيها

لاستكشاف أسرارها، والتعرّف إلى نتائجها المحتملة عن قرب.

- **النظام الخبير** (Expert System): برنامج حاسوبي ذكي، يستخدم مجموعة من قواعد المعرفة في مجال معين؛ لحلّ المشكلات التي تحتاج إلى الخبرة البشرية، ويتميز عن البرنامج العادي، بقدرته على التعلم واكتساب الخبرات الجديدة.
- **قاعدة المعرفة**: قاعدة بيانات تحتوي على مجموعة من الحقائق والمبادئ والخبرات بمجال معرفة معيّن، تُستخدم من قِبَل الخبراء لحلّ المشكلات.
- **محرّك الاستدلال** (Inference Engine): برنامج حاسوبي يحل مسألة أو مشكلة عن طريق آلية استنتاج تحاكي آلية عمل الخبير، عند الاستشارة في مسألة ما؛ لإيجاد الحلّ واختيار النصيحة المناسبة.
- **ذاكرة العمل** (Working Memory): منطقة في الذاكرة مخصّصة لتخزين المشكلة المدخلة، بوساطة مستخدم النظام والمطلوب إيجاد حلّ لها.
- **واجهة المستخدم** (User Interface): وسيلة تفاعل بين المستخدم والنظام الخبير، حيث تسمح بإدخال المشكلة والمعلومات إلى النظام الخبير وإظهار النتيجة.
- **خوارزميات البحث** (Search Algorithm): سلسلة من الخطوات غير المعروفة مسبقًا؛ للعثور على الحلّ من بين مجموعة من الحلول المحتملة، لإيجاد الحلّ الذي يطابق مجموعة من المعايير.
- **فضاء البحث** (Seach Space): الحالات الممكنة جميعها لحلّ مشكلة ما.
- **جذر الشجرة** (Root): النقطة الموجودة أعلى الشجرة.
- **الحالة الابتدائية للمشكلة**: نقطة البداية التي نبدأ البحث منها، وتُمثّل جذر الشجرة.
- **المسار** (Path): مجموعة من النقاط المتتالية في شجرة البحث.
- **المعامل المنطقي** (Logical Operator): رابط يُستخدم للربط بين تعبيرين علائقيين أو أكثر لتكوين عبارة منطقية مركّبة، ومن أهمها AND، OR، أو نفي تعبير منطقي باستخدام NOT.
- **العبارة المنطقية المركّبة** (Logical Expression): جملة خبرية تتكوّن من تعبيرين علائقيين أو أكثر، يربط بينها معاملات منطقية (And، Or) وتكون قيمتها إما صوابًا (1) وإما خطأ (0). ويُستخدم المعامل المنطقي (Not) لنفي التعابير العلائقية أو المنطقية.
- **البوابة المنطقية** (Logical Gates): دارة إلكترونية بسيطة، تقوم بعملية منطقية على مدخل واحد أو أكثر، وتنتج مخرجًا منطقيًّا واحدًا، وتُستخدم في بناء معالجات الأجهزة الإلكترونية والحواسيب.
- **البوابة المنطقية** AND: واحدة من البوابات المنطقية الأساسية التي تدخل في بناء معظم الدوائر المنطقية، ولها مدخلان ومخرج واحد، وتُسمّى «و» المنطقية.

- **البوابة المنطقية** OR: واحدة من البوابات المنطقية الأساسية التي تدخل في بناء معظم الدوائر المنطقية، ولها مدخلان ومخرج واحد، وتُسمّى «أو» المنطقية.
- **البوابة المنطقية** NOT: واحدة من البوابات المنطقية الأساسية التي تدخل في بناء معظم الدوائر المنطقية، ولها مدخل واحد فقط ومخرج واحد، ويُطلق عليها العاكس (Inverter) أي أنها تغيّر القيمة المنطقية للمدخل إلى عكسه.
- **جدول الحقيقة**: تمثيل لعبارة منطقية يُبيّن الاحتمالات المختلفة للمتغيرات المكوّنة للعبارة المنطقية ونتيجة هذه الاحتمالات، فعدد الاحتمالات في الجدول يساوي 2^n حيث إن n تُمثّل عدد المتغيرات في العبارة المنطقية، وكلّ متغير يأخذ قيمتين إما 0 أو 1.
- **بوابة** NAND: هي اختصار لـ NOT AND، أي نفيAND، وتتشكّل بوابة NAND بتوصيل مخرج بوابة AND .بمدخل بوابة NOT وتُسمّى بوابة نفي «و» المنطقية.
- **بوابة** NOR: هي اختصار لـ NOT OR، أي نفي OR، وتتشكّل بوابة NOR بتوصيل مخرج بوابة OR .بمدخل بوابة NOT، وتُسمّى بوابة نفي «أو» المنطقية.
- **الجبر البوولي (المنطقي)**: هو أحد فروع علم الجبر في الرياضيات، وهو الأساس الرياضي اللازم لدراسة التصميم المنطقي للأنظمة الرقمية ومنها الحاسوب، وتعود تسميته إلى العالم الرياضي الإنجليزي جورج بوول (George Boole).
- **أمن المعلومات**: العلم الذي يعمل على حماية المعلومات والمعدات المستخدمة لتخزينها ومعالجتها ونقلها، من السرقة أو التطفّل أو من الكوارث الطبيعية أو غيرها من المخاطر، ويعمل على إبقائها متاحة للأفراد المصرح لهم باستخدامها.
- **سرّية المعلومات**: عدم القدرة على الحصول على المعلومات، إلّا من قِبَل الأشخاص المخوّل لهم ذلك.
- **توافر المعلومات**: قدرة الشخص المخوّل الحصول على المعلومات في الوقت الذي يشاء، من دون وجود عوائق.
- **الهجوم الإلكتروني أو الاعتداء الإلكتروني**: تهديد موّجه ومتعمّد لجهاز معيّن؛ بقصد الإضرار به.
- **الضوابط المادية**: مراقبة بيئة العمل وحمايتها من الكوارث الطبيعية وغيرها؛ باستخدام الجدران والأسوار والأقفال، ووجود حراس الأمن، وغيرها من أجهزة إطفاء الحريق.
- **الضوابط الإدارية**: الأوامر والإجراءات المتفق عليها لمنع أي دخول غير مصرّح به، وتشمل القوانين واللوائح والسياسات، والإجراءات التوجيهية، وحقوق النشر، وبراءات الاختراع والعقود والاتفاقيات.
- **النمط الثابت لتحويل العناوين الرقمية**: طريقة يتم خلالها تخصيص عنوان رقمي خارجي لكلّ جهاز داخلي، وهذا العنوان الرقمي ثابت لا يتغيّر، يستخدمه الجهاز في كلّ مرة يرغب فيها بالاتصال مع الاجهزة

خارج الشبكة.

- **النمط المتغيّر لتحويل العناوين الرقمية**: نمط يتم خلاله تخصيص عنوان رقمي للجهاز عند رغبته في التواصل مع جهاز خارج الشبكة يستخدمه. وعند انتهاء عملية الاتصال، يصبح هذا العنوان الرقمي متاحًا للأجهزة الأخرى.
- **التشفير بالتعويض**: طريقة لتشفير النصوص، يتم خلالها استبدال حرف مكان حرف أو مقطع مكان مقطع.
- **التشفير بالتبديل**: طريقة تشفير تقوم على تبديل أماكن الأحرف، وذلك من خلال إعادة ترتيب أحرف الكلمة، بشرط استخدام الأحرف نفسها.

قائمة المراجع

أولًا: المراجع العربية

١ – عبد الأمير خلف حسين، **طرق التشفير للمبتدئين**، دار وائل للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى ٢٠١٠.

٢ – أ.د. عوض حاج علي أحمد، و د.عبد الأمير خلف حسين، **أمنية المعلومات وتقنيات التشفير**، دار الحامد للنشر والتوزيع.

٣ – المهندس عمار عريان، المهندس محمد شيخو معمو، **دليلك إلى النجاح في امتحان+** Security، شعاع للنشر والعلوم.

٤ – د.منى الأشقر جبور و أ.د. عزيز ملحم بربر، **أمن الشبكات والإنترنت الحلّقة الخامسة الإنترنت والإرهاب**، جامعة عين شمس.

٥ – د. خالد بن سليمان العثبر والمهندس محمد عبد الله القحطاني، **أمن المعلومات بلغة ميسرة**، مركز التميز لأمن المعلومات – جامعة الملك سعود.

٦ – د. زياد عبد الكريم القاضي، م. بلال زهران، **الأساسيات الرقمية والتصميم المنطقي**، ط١، مكتبة المجتمع العربي للنشر، ٢٠٠٤.

٧ – د. رحاب فايز أحمد السيد **مجلة «اعلم»**: العدد الحادي عشر، ٢٠١٢، المملكة العربية السعودية.

٨ – د. صالح إرشيد العقيلي، م خالد أمين البلشة، **الحاسوب والبرمجيات والمعدات**، ط١، دار الشروق للنشر والتوزيع، ٢٠٠٠.

٩ – الأستاذ الدكتور صالح إرشيد العقيلي، **تصميم دوائر الحاسوب المنطقية**، ط٢، ٢٠٠٣م، دار الشروق للنشر والتوزيع.

١٠– د.سامي سرحان، د.زياد القاضي، د.عبدالفتاح سلمان، إبراهيم غريب، **التصميم المنطقي ودوائر الكمبيوتر**، دار المستقبل للنشر والتوزيع.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1 - P fleeger, Security in computing, fifth Edition, Prentice Hall.

2 - William Stallings, Cryptography and Network security, Principles and practice.

3 - Artificial Intelligence: A modern Approach, Second Edition,2003, Peter Norvig and Stuart Russell

4 - M. Morris Mano, DIGITAL DESIGN, SECOND EDITION, Prentice-Hall International, Inc.

تمّ بحمد الله